COLEÇÃO **ENSINO DE CIÊNCIAS**

Proposições e novos olhares ao Ensino de Ciências

Nicole Glock Maceno
Ana Carolina Araújo da Silva
Organizadoras

COLEÇÃO **ENSINO DE CIÊNCIAS**

Proposições e novos olhares ao Ensino de Ciências

Nicole Glock Maceno
Ana Carolina Araújo da Silva
Organizadoras

SUMÁRIO

PREFÁCIO

Este livro surge em meio a situações muito particulares, que afetam todo o sistema educacional brasileiro. De um lado, as escolas de Ensino Fundamental passam pela implementação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao mesmo tempo em que as escolas de Ensino Médio se preparam para implementá-la. Entre as mudanças previstas no ensino, a nova BNCC promete, por meio de itinerários formativos, um currículo mais adaptado aos interesses de cada estudante. No entanto, traz muitas dúvidas e desafios referentes à formação docente, à adequação dos recursos didáticos e às políticas de avaliação e de acompanhamento da aprendizagem, além das já conhecidas preocupações com a infraestrutura das escolas, a motivação dos estudantes e antigas tradições de ensino que persistem, apesar de tudo.

Por outro lado, há um vírus que se espalha pelo mundo, causando uma pandemia de proporções, até então, desconhecidas de nossa geração, obrigando a sociedade adotar medidas de isolamento social, dentre elas, o fechamento de escolas e universidades. Nesse contexto, docentes e estudantes são obrigados a ficar em casa, apreensivos, aguardando o desfecho da pandemia que, para os mais otimistas, deveria passar em poucos meses, mas que, para o desespero daqueles que lutam pela educação, já completa um ano sem sinais de retroceder tão cedo. A esperança de retorno à normalidade repousa sobre a tão esperada vacina que pode frear a pandemia, mas ela chega ao país em conta-gotas, enquanto as precariedades da educação se agravam junto com a saúde e a economia do país.

As dificuldades impostas pela pandemia obrigaram os docentes a recorrerem ao ensino remoto, revisarem as suas práticas e buscarem novas metodologias. Sem dúvida, um dos grandes desafios foi a atualização em tecnologias de informação e comunicação, como meio de atingir os estudantes, e que se tornaram as principais ferramentas de trabalho, contribuindo para expor ainda mais as deficiências da infraestrutura digital e das desigualdades sociais em nosso país.

Aos desafios de uma pandemia e da implementação de uma nova base curricular, soma-se, ainda, uma crescente desconfiança na ciência, manifestada por atitudes negacionistas que tendem a rejeitar o conhecimento científico e privilegiar opiniões, por vezes pautadas em teorias conspiracionistas e sustentadas por disputas políticas, promovidas pelas diferentes mídias que contribuem, às vezes involuntariamente, para a propagação da desinformação.

Certamente, parte dessa desinformação é deliberadamente produzida para confundir os mais incautos, mas outra parte pode ser um sintoma das dificuldades do ensino de ciências em proporcionar aos cidadãos os meios de acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico e de usufruir criticamente da democratização das mídias digitais. Ainda existe uma grande parcela da população sem acesso a uma instrumentalização científica, necessária para a análise das informações que recebe, tornando o terreno fértil para propagadores de ideias e opiniões de determinados clãs, cuja implicações são altamente maléficas para a sociedade.

No entanto, docentes, educadores e pesquisadores ainda mantêm a esperança de um futuro melhor, com a plena convicção de que a melhor forma de combater a desinformação e as atitudes negacionistas não é com a criação de novas leis ou órgãos de fiscalização. Até mesmo porque não é possível estabelecer um árbitro capaz de avaliar o conhecimento de uma sociedade, dada a sua diversidade e suas características plurais que devem ser respeitadas, mas ambas podem ser combatidas com a disseminação do conhecimento, com a compreensão das formas de produção da ciência e pela análise dos seus sucessos, suas falhas e implicações para o mundo em que vivemos.

É, portanto, nesse cenário misto, de esperanças e de incertezas, que este livro propõe lançar novos olhares sobre um ensino de ciências, renitente, carregado de antigas tradições, a despeito dos avanços da própria ciência a que se propõe ensinar. Com esse intuito, reúne o trabalho de jovens pesquisadoras e pesquisadores, de todas as regiões do país, que desejam inovar reexaminando antigos desafios, mas também explorando as novas demandas, como a pandemia de Covid-19 e a implementação da nova base curricular.

A proposta de um novo olhar sobre velhas tradições, por si só já desperta a curiosidade daqueles que conhecem o desafio de ensinar em meio às inúmeras adversidades enfrentadas pela educação brasileira. No entanto, não é só pela sua proposta ou pela sua abordagem multitemática que esse livro se destaca, mas também pelo protagonismo das jovens pesquisadoras, representantes do engajamento

feminino na ciência, que com o intuito de contribuir para a compreensão e a superação dos principais reveses no Ensino de Ciências, decidiram organizar esse livro. O resultado foi uma rede de pesquisadores empenhados em debater e apresentar proposições para o desenvolvimento do Ensino de Ciências. Assim, são abordadas questões que vão desde a motivação dos estudantes à implementação da nova BNCC, passando por outros temas igualmente caros aos docentes, como o livro didático, a avaliação, a experimentação e a formação docente.

Em vista dos desafios impostos pela pandemia e pelas mudanças na base curricular, agora mais do que nunca, os olhares se voltam para a formação continuada. Assim, a proposta de Comunidades de Prática (CoP) apresentada nesse livro, supre essa demanda como um modelo de formação docente que possibilita superar determinadas tradições de ensino, focadas na memorização de conteúdos, e atender os desafios do docente em acompanhar as mudanças no ensino e as transformações da sociedade.

Dentre os antigos desafios reexaminados, destaca-se um tema bastante negligenciado pelas pesquisas em Ensino de Ciências, mas que vive a preocupar os docentes, que é a motivação do estudante e sua influência na aprendizagem. Assim, por intermédio da Teoria da Subjetividade, busca-se lançar luz sobre essa questão, debatendo se a motivação depende ou não de um estímulo externo ao sujeito e, se a diversificação de estratégias pedagógicas poderia garantir a motivação dos estudantes. Essas questões são, em nosso entendimento, permanentes, dada a velocidade com que as transformações ocorrem na sociedade e a dificuldade da escola em competir pela atenção dos estudantes, diante de inúmeras distrações facilmente acessíveis por meio de dispositivos tecnológicos que cabem na palma da mão.

As preocupações com a motivação e a atenção dos estudantes certamente atingem o seu mais alto nível em tempos de pandemia de Covid-19, o que provoca uma profunda reflexão sobre a escola e sobre o que pode ser considerado como “sala de aula” num contexto de ensino remoto. As reflexões apontam para um possível descompasso entre o ensino e a aprendizagem, levantando questões sobre como se dá a aprendizagem, qual o papel da pergunta e qual o papel da tecnologia nesse processo.

Mesmo que intuitivamente, todo docente tende a fazer perguntas em sala de aula como modo de obter um feedback da aprendizagem e do acompanhamento dos estudantes, mas qual a relevância das perguntas? Que tipos de perguntas

devem ser feitas? Quais as possibilidades de interação são proporcionadas por cada tipo de pergunta? Como que o livro didático pode contribuir? Essas são algumas das questões exploradas a partir do conceito de "abordagem comunicativa" que é apresentado no livro.

Seguramente, já se tornou clichê dizer que o estudante deve ter um papel ativo na aprendizagem, mas o conceito de "abordagem comunicativa" permite ir além, fazendo uma reflexão aprofundada sobre os padrões de interação entre docente e estudantes, identificando os tipos de abordagens que mais favorecem o envolvimento deles.

Dada a preocupação com o envolvimento dos estudantes, também se defende o ensino por investigação que, aliado ao desenvolvimento de práticas epistêmicas em sala de aula - como o levantamento e teste de hipóteses, a produção de dados e, a elaboração e avaliação de argumentos - propõe aproximar a cultura escolar e científica, levando à compreensão das diferentes formas de resolver problemas e favorecendo o diálogo.

As preocupações com a pluralidade cultural e as questões étnico-raciais, também se fazem presentes com a discussão sobre a abordagem da cultura indígena em escolas não-indígenas, visando a desconstrução de estereótipos e preconceitos, e a introdução de conceitos científicos nas escolas indígenas respeitando a cultura desses povos.

A importância dos livros didáticos e paradidáticos também é destacada, em especial, como meio de auxiliar a prática docente e de desenvolver a linguagem e o pensamento crítico dos estudantes, incluindo uma reflexão das potencialidades desses recursos para a exploração de temas de relevância social e científica. Também, é dado grande destaque à exploração da História da Ciência, não apenas como meio de informação, mas de problematização do conhecimento científico, buscando desconstruir a noção de desenvolvimento contínuo e acumulativo da ciência. Assim como, não poderia deixar de fora a discussão sobre a experimentação, o que é feito dando destaque ao seu papel na aprendizagem, que inclui a contextualização do conhecimento e a produção de dados necessários à elaboração e validação de argumentos.

Entretanto, refletir sobre o ensino e a aprendizagem sem discutir a avaliação seria o mesmo que conduzir um barco sob um nevoeiro sem o auxílio de uma bússola, ou um GPS. Navegaríamos à deriva, sem saber onde iríamos aportar. Dada a relevância do tema, são levantadas várias questões sobre a avaliação no

âmbito da sala de aula, em especial, sobre o papel do estudante no processo avaliativo e sobre os paradigmas psicométrico e sociocultural. A avaliação externa também é contemplada por meio da discussão de exames como o Pisa, o Saeb e o Enem, revelando-se os tipos de questões que são exploradas e o desempenho dos estudantes brasileiros.

A pluralidade temática e a riqueza das reflexões e propostas apresentadas trazem alento para o Ensino de Ciências em momentos de grandes desafios como os vividos atualmente, demonstrando que mesmo em momentos mais difíceis o educador mantém viva a esperança de um futuro melhor. Assim, constitui uma leitura muito prazerosa, tanto para aquele que busca inspirações para a sua sala de aula, quanto para aquele que busca se manter atualizado com as mais recentes pesquisas desenvolvidas no país.

Prof. Dr. Moisés da Silva Lara,
Universidade do Estado de Santa Catarina

APRESENTAÇÃO DA COLEÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS

A Educação em Ciências é uma área de pesquisa e atuação em constante expansão no Brasil, tanto no que se refere à formação de novos pesquisadores como em relação a sua produção científica. Assim, tentando garantir espaços para sistematização qualificada de resultados de pesquisa, reflexões sobre a ação docente, bem como aprendizagens advindas de experiências a serem compartilhadas, o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFFS (PPGEC/UFFS) e o Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática (GEPECIEM) ensejaram a criação da Coleção Ensino de Ciências.

A fim de facilitar a formação de novos professores e pesquisadores na área, bem como disseminar o conhecimento produzido pelas universidades, institutos de pesquisa e escolas, possibilitamos a edição de livros nas subáreas de Ensino de: Ciências, Biologia, Física, Química e Saúde. A coleção, que se constitui de oito volumes, também prioriza trabalhos como coletâneas que envolvam diferentes regiões do Brasil e Instituições do exterior.

Outras discussões também são acolhidas, como História e Epistemologia da Ciência, Didática, Políticas Públicas, Currículo, Tecnologias da Comunicação e Informação, Educação Ambiental, Educação no Campo, Educação Indígena, Divulgação Científica, Pensamento Crítico, Experimentação, Linguagem, Temas Transversais, Educação sexual, Temas contemporâneos da Educação, Práticas de Ensino e Estágio Supervisionado, entre outras, sempre mantendo relação direta com o Ensino de Ciências.

Visando contribuir com a divulgação científica, ampla apresentação e discussão de referenciais, currículos, políticas públicas e práticas de Ensino em Ciências, pautamos o escopo desta coleção em textos que guardam profunda e profícua relação da área com a formação inicial e continuada de professores.

Roque Ismael da Costa Güllich,
Rosangela Inês Matos Uhmann e Rosemar Ayres dos Santos
(Organizadores da Coleção Ensino de Ciências)

APRESENTAÇÃO

Aprendimentos

> *... Não tinha as certezas científicas. Mas que aprendera coisas di-menor com a natureza. Aprendeu que as folhas das árvores servem para nos ensinar a cair sem alardes.*
> *Memórias Inventadas, As infâncias de Manoel de Barros, 2008.*

Entre novos olhares e proposições, aventamos, neste livro, compreender as relações existentes entre a sala de aula e as pesquisas na área de Educação em Ciências. Nosso percurso envolveu a estruturação de uma rede colaborativa entre pesquisadoras e pesquisadores de diversas regiões do Brasil com o intuito de apresentar os seus recentes estudos e fazer parte desta construção coletiva, cujos propósitos são a melhoria da educação científica, por ações voltadas à formação de professores baseadas em diversas perspectivas e abordagens teóricas e metodológicas sobre o ensino de Ciências.

A elaboração deste livro intenciona a divulgação de uma diversidade de temáticas concernentes à Educação em Ciências que possa socializar novos entendimentos e, igualmente importante, contribuir com acadêmicos das Licenciaturas e com os professores da Educação Básica. Os estudos, as observações e as reflexões nessa área são fundamentais para a compreensão dos fenômenos educacionais nas salas de aula que investigam os tempos e espaços do ensino de Ciências.

A construção de uma série de proposições e de novos olhares sobre as práticas e pesquisas de ensino de Ciências, usualmente, demandam a compreensão sobre como as teorias de aprendizagem, de linguagem e da Filosofia fundamentam as ações de ensino, currículo e avaliação, e como elas são utilizadas por professores de acordo com o que é almejado para a escolarização da Educação

Básica em termos das políticas públicas educacionais, das regionalidades e contingências de comunidades locais.

Ao apresentarmos essas várias proposições, este livro descreve situações práticas e estudos sobre a sala de aula que permitem elaborar sentidos e significados sobre o ensino de Ciências, relacionando os pressupostos, os conteúdos, as concepções, os pensamentos e as representações sobre ele. Esse cenário produz, principalmente, um conjunto de hipóteses e de conceitos que possibilita interpretar, qualificar e compartilhar as teorias e novas estratégias úteis para a sala de aula. O livro também oportuniza o apoio à divulgação científica, cujas discussões convidam a investigação de novos objetos de pesquisa, que aprofundam a temática sobre os currículos por meio de debates que consideram abordagens de ensino que foram planejadas ou também desenvolvidas na sala de aula.

Para tanto, a primeira parte do livro integra capítulos que articulam teorias de aprendizagem e de linguagem com as práticas das salas de aula. São enfatizados objetos de estudo que permitem a interpretação dos fenômenos educacionais e abordagens que visam a melhoria do ensino e da aprendizagem.

No primeiro capítulo, de Wilton Rabelo Pessoa, é discutida a motivação enquanto um fenômeno subjetivo e complexo e sua influência no interesse e engajamento dos estudantes ao estudar Química em níveis individuais e sociais.

O segundo capítulo, de autoria de Sandra Aparecida dos Santos e Renata Dalcanale Araujo, traça um percurso reflexivo e provocações sobre a aprendizagem, a inovação e o processo educacional em espaços escolares, considerando como figura central os professores e sua formação.

O terceiro capítulo, de Namyna Fagna de Souza e Fábio Augusto Rodrigues, integra aportes teóricos e analíticos para o desenvolvimento de um material paradidático e o planejamento de ensino em uma turma multisseriada por um temasociocientífico relevante ao ensino de Biologia que objetiva atribuir sentido às ações em atividades de ensino.

O quarto capítulo, escrito por Adriana de Oliveira e Fernando César Silva, tece discussões sobre o planejamento e desenvolvimento de práticas epistêmicas interacionais, intertextuais, consequenciais e contextuais em uma sequência didática, cujas dinâmicas discursivas sobre o conhecimento escolar químico foramregistradas e analisadas.

O quinto capítulo, de Anelise Grünfeld de Luca, explora as origens e as perspectivas da experimentaçãoao longo da História da Ciência e utilizadas no contexto

escolar para ensinar Química, assim como discute as tendências pedagógicas e as abordagens experimentais frequentemente incorporadas nas salas de aula.

A segunda parte do livro apresenta investigações que analisam os desdobramentos no uso de livros didáticos, da avaliação e de abordagens de ensino. Também enfatiza como os temas sociocientíficos são relevantes para o planejamento curricular, para a experimentação e para incorporar a diversidade cultural na educação científica.

O primeiro capítulo, escrito por Bruna de Paula Rezende e Ana Carolina Araújo da Silva, analisa os roteiros experimentais em livros didáticos de Química do Ensino Médio sobre a temática Química dos Alimentos em termos de estrutura, acessibilidade aos materiais, procedimentos e perguntas e em que medida desenvolvem os conhecimentos científicos.

O segundo capítulo, de autoria de Ingrid Derossi e Marcelo F. Pinto, problematiza como a História da Ciência é abordada nas provas das edições do Exame Nacional do Ensino Médio realizadas entre 2008 e 2018, além do grau de observância das orientações curriculares enfatizadas nos documentos oficiais originários do Ministério da Educação.

O terceiro capítulo, de Eduarda Boing Pinheiro e Fernanda Luiza de Faria, tece provocações sobre os fundamentos teóricos e direitos destacados na Constituição e nas leis brasileiras para a cultura indígena, além de pesquisas correlacionadas no Ensino de Ciências e de como desenvolver ações para a formação de identidades pluriétnicas e pluriculturais pautadas nas relações de alteridade.

O quarto capítulo, de Nicole Glock Maceno, exibe reflexões sobre a relevância da avaliação por pares e da autoavaliação desencadeada por estudantes da Educação Básica no Ensino de Ciências. Com base em subsídios teóricos e empíricos, a autora destaca as características e estratégias dessas modalidades avaliativas presentes nas pesquisas nacionais, com desdobramentos para a melhoria da educação científica.

O quinto capítulo, escrito por Elaine Pavini Cintra e Emmanuela Gracina Florian Marques, apresenta a estrutura das matrizes dos testes cognitivos do Sistema de Avaliação da Educação Básica para a área do conhecimento Ciências da Natureza no ensino fundamental, além de problematizar as características do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes e do Exame Nacional do Ensino Médio para as disciplinas de Química, Física e Biologia para o ensino médio.

O último capítulo, de Daiane Carina Almeida Volkart e Marcus Eduardo Maciel Ribeiro, investiga a pesquisa como princípio pedagógico para a formação de professores e a aprendizagem de estudantes da Educação Básica. Os autores apresentam fundamentos teóricos sobre as várias formas de racionalidade, suas relações com o conhecimento, e as características do processo de formação docente em contextos escolares e de comunidades de prática.

Por essa diversidade de olhares, de perspectivas e de proposições, oriundos de uma rede colaborativa, aspiramos com este livro contribuir e qualificar a sala de aula e a Educação em Ciências.

Profa. Dra. Nicole Glock Maceno
(Universidade do Estado de Santa Catarina)
e Profa. Dra. Ana Carolina Araújo da Silva
(Universidade Federal de Juiz de Fora)

Parte 1
PROPOSIÇÕES EM PRÁTICAS DE SALA DE AULA EM CIÊNCIAS

1 CONSIDERAÇÕES SOBRE MOTIVAÇÃO E APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA A PARTIR DO REFERENCIAL DA SUBJETIVIDADE NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CULTURAL

Wilton Rabelo Pessoa[1]

1 INICIANDO O DIÁLOGO

Há consenso de que o envolvimento do aluno na aprendizagem científica é fundamentalmente afetado por sua motivação (TYTLER, 2014). No entanto, algumas pesquisas da área de Educação em Ciências (p. ex. CANNON Jr.; SIMPSON, 1985; ZUSHO; PINTRICH; COPPOLA, 2003; REISS, 2005) têm demonstrado que, de modo geral, a motivação diminui na medida em que os estudantes avançam ao longo de sua escolarização. Essa constatação a respeito do interesse e da motivação tem sido apontada por professores de Ciências como um dos principais problemas com que se deparam em suas aulas (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009).

É comum, em pesquisas da área de Educação em Ciências, a menção à motivação, não necessariamente como objeto de investigação, mas como aspecto que emerge nas análises e nas discussões empreendidas ou nos registros de participantes dos estudos. Garcês e Kasseboehmer (2017), ao realizarem uma revisão de trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), no período de 2005 a 2015, observaram um número reduzido de

1 Professor do curso de Licenciatura Integrada em Ciências, Matemática e Linguagens e do Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC/UFPA) da Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, 66075-110. Contato: wiltonrpessoa@gmail.com

pesquisas sobre a motivação. Além disso, dos trabalhos que focalizaram o tema em questão, apenas 40% recorreram a algum referencial teórico sobre a motivação. Resultado semelhante foi apontado por Carvalho, Stanzani e Passos (2017), que identificaram, no mesmo evento, um número limitado de referenciais teóricos nos trabalhos que recorriam a alguma teoria sobre a motivação. Diante disso, no presente capítulo, tenho como objetivo apresentar e discutir diferentes aspectos acerca da motivação e da aprendizagem de Ciências, a partir do referencial da Teoria da Subjetividade, de González Rey, que discuto a seguir.

2 APRENDIZAGEM E MOTIVAÇÃO A PARTIR DA TEORIA DA SUBJETIVIDADE DE GONZÁLEZ REY

No aprender Ciências estão envolvidos motivos, valores, atitudes, aspectos constitutivos da aprendizagem que chamam atenção para a importância de considerar o sujeito em sua condição integral, para além de aspectos conceituais do conhecimento, que historicamente têm sido enfatizados na pesquisa sobre a aprendizagem científica (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007). Essa ênfase restringe o estudo da motivação, pois ignora o caráter ativo da pessoa e o aspecto emocional do ensino e da aprendizagem, momento em que a motivação passa a ser vista apenas como elemento externo a esses processos.

A discussão sobre processos motivacionais requer uma revisão das concepções usuais de aprendizagem e motivação (GONZÁLEZ REY, 2008). Para o referido autor, algumas considerações epistemológicas podem acompanhar tal revisão sobre a concepção de aprendizagem escolar, das quais destaco: a) superação da noção de conhecimento como algo objetivo, baseado na separação entre sujeito e objeto, e que resulta na omissão da pessoa em relação ao que está aprendendo; b) reflexão e produção de ideias, como momentos constitutivos do aprender, o que caracteriza a aprendizagem como processo de desenvolvimento do sujeito (GONZÁLEZ REY, 2008). As duas considerações têm em comum o fato de chamar atenção para a importância do posicionamento da pessoa em relação ao que está aprendendo, ou seja, como sujeito de sua aprendizagem.

A Teoria da Subjetividade (GONZÁLEZ REY, 2005) parte de uma perspectiva histórico-cultural que permite representar a aprendizagem numa visão complexa,

tendo em vista que não é constituída somente por uma dimensão cognitiva, pois aparece integrada à subjetividade de estudantes e professoras/es.

A partir da categoria de sentido de Vygotsky, González Rey (2003) propôs considerar a aprendizagem como produção subjetiva. Isso porque a definição do pensamento como função de sentido, apresentada por Vygotsky, permite considerar a aprendizagem também como produção de sentido, o que implica o sujeito que aprende na rota singular de sua aprendizagem. O aprender sem produção de sentido torna-se uma atividade "formal, descritiva, rotineira, memorística, que não implica o sujeito que aprende" (p. 81). Segundo González Rey (2008), o sentido subjetivo não se opõe ao aspecto operacional da aprendizagem, mas acrescenta uma qualidade que não havia sido considerada, a sua dimensão subjetiva. O aprender, nessa perspectiva,

> Acontece na historicidade, na emocionalidade e nos processos simbólicos que integram a subjetividade individual e social. Podemos, então, confirmar a ideia de que a aprendizagem não é simplesmente uma atividade que todos realizam ao longo da vida, pois que é realização de um sujeito, uma função sua, e acontece no âmago da produção de sentido continuamente articulada como uma configuração subjetiva singularizada (TACCA; GONZÁLEZ REY, 2008, p. 160).

Nessa perspectiva teórica, tornam-se importantes aspectos subjetivos do aprender que, em geral, têm sido pouco considerados nas práticas pedagógicas, tais como o caráter singular da aprendizagem e a sua compreensão como prática dialógica (GONZÁLEZ REY, 2008). O primeiro aspecto busca romper com a ideia do ensino somente como exposição do professor que estimula a reprodução do aprendido por parte do estudante. Considerar o caráter singular do aprender leva a pensar na abertura de espaços que possibilitem ao estudante participar com suas experiências e ideias na aprendizagem. Para isso, é necessário o desenvolvimento de relações que propiciem a postura ativa e a reflexão dos aprendizes em relação aos conteúdos, o que conduz ao segundo aspecto subjetivo, a compreensão da aprendizagem como prática dialógica, ou seja, os pontos de vista dos estudantes fazem parte do processo de construção de conhecimento nas aulas de Ciências.

A aprendizagem como realização do sujeito possibilita considerar os processos motivacionais como intrínsecos a ela, pois, conforme a definição de sentido

subjetivo, o motivo não poderia ser estudado como elemento isolado ou como um "momento parcial da psique comprometido com um espaço específico da atividade", segundo González Rey (2005, p. 36). No entanto, motivação e emoção, para o autor,

> sempre foram consideradas como externas, extrínsecas ao processo de aprender, o que gerou uma dicotomia cognição-afeto que alimentou uma ideia de motivo como unidade afetiva direcionada por um conteúdo psicológico concreto, proliferando assim, taxonomias descritivas de motivos como unidades quantitativas portadoras de um conteúdo concreto e suscetíveis de mensuração, como por exemplo, motivação pelo esporte, necessidade de reconhecimento, autoestima etc. Esses motivos eram analisados como unidades isoladas que atuavam influenciando as diferentes atividades humanas (GONZÁLEZ REY, 2008, p. 34).

A partir da Teoria da Subjetividade, concebe-se a motivação como fenômeno subjetivo e complexo, no qual o simbólico e o emocional participam simultânea e recursivamente, sem que um seja a causa do outro. Nesse contexto, a motivação é definida como "complexa integração de sentidos subjetivos que se organizam em torno de uma atividade ou experiência do sujeito" (GONZÁLEZ REY, 2005, p. 36). O envolvimento do sujeito em uma atividade, concebida como produção de sentidos subjetivos, é inseparável de sentidos experimentados em outros espaços sociais. Assim, aprendizagem e motivação estariam mediadas "pelos sentidos subjetivos manifestados em outras esferas da vida do sujeito, como sua vida social e familiar em um sentido geral" (GONZÁLEZ REY, 2003, p. 197). Essa integração, que envolve aspectos da história do sujeito com momentos de sua ação atual, organiza a subjetividade em termos sistêmicos e é definida como configuração subjetiva.

Dessa forma, os motivos são configurações subjetivas organizadas durante a ação, sem que essa organização se restrinja a uma simples necessidade conectada à ação atual, pois as configurações organizadas na ação sempre envolvem as configurações subjetivas da personalidade. As configurações subjetivas representam redes de sentidos subjetivos que se manifestam em processos simbólicos e emoções essenciais para a motivação (GONZÁLEZ REY, 2012). Assim, pesquisar a motivação requer conhecer os sentidos subjetivos que os sujeitos atribuem à sua participação nas atividades em que estão envolvidos (ALVES *et al.*, 2012), mas sem se restringir a eles. A esse respeito, González Rey (2009, p. 127) diz que:

> A motivação não é específica de uma atividade, é uma motivação do sujeito, uma configuração única de sentido que participa da produção de sentido de uma atividade concreta, mas que não é alheia aos outros sentidos produzidos de forma simultânea em outras esferas da vida do sujeito.

Isso porque os sentidos subjetivos são sistemas motivacionais que permitem investigar o envolvimento dos sujeitos nos contextos de ensino e de aprendizagem não apenas em função de seu vínculo direto neles, mas como uma produção de sentido da qual toma parte a constituição subjetiva da pessoa ao longo de sua história. Desse modo, torna-se necessário considerar que a motivação não é simplesmente um problema de ensino ou uma ferramenta que pode ser aplicada em um momento das aulas, muitas vezes em seu início. No entanto, é difícil renunciar à suposta segurança "de que geralmente os cursos de Ciências costumam, por si só, motivar os alunos" (SIQUEIRA, 1996, p. 2), apenas por meio do uso de determinadas estratégias e atividades. Na perspectiva da Teoria da Subjetividade,

> [...] a motivação será o tipo de configuração subjetiva que está na base da produção de sentidos subjetivos comprometidos com a ação na atividade concreta de cada sujeito singular. Portanto a motivação define-se no sujeito e pelo sujeito e não pelo tipo de atividade. Pensar em tipos de motivação padronizada para atividades específicas é uma reminiscência de uma psicologia sem sujeito (GONZÁLEZ REY, 2005, p. 36).

Ao comentar que a motivação se define no sujeito e pelo sujeito e não pelo tipo de atividade, González Rey retira da motivação o caráter de identificação termo a termo com o externo, e permite compreendê-la em sua especificidade, como expressão subjetiva da pessoa, o que não significa, contudo, assumir uma perspectiva internalista, na qual as/os professoras/es não teriam muito o que fazer frente à motivação dos estudantes. Isto não estaria de acordo com o referencial de subjetividade adotado neste texto. Pelo contrário, a motivação como expressão subjetiva chama atenção para que um dos objetivos do ensino de Ciências seja justamente mobilizar o interesse dos estudantes (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009). Desse modo, torna-se importante que a pesquisa em Educação em Ciências direcione esforços para entender como os professores podem contribuir para implicar emocional e intelectualmente os estudantes na aprendizagem científica (LEMKE, 2005).

O motivo, na perspectiva da subjetividade, "não é um determinante intrapsíquico, mas uma formação psíquica geradora de sentido presente em toda atividade humana" (GONZÁLEZ REY, 2003, p. 247). A ideia da motivação como formação de sentido, possibilita concebê-la na confluência de sentidos subjetivos de procedências diversas, que participam do sentido subjetivo do ensino e da aprendizagem na escola.

A motivação como configuração de sentido reforça a necessidade de estudar os processos motivacionais numa perspectiva que integre diferentes espaços em que a subjetividade é simultaneamente produzida. Isso porque o sujeito, subjetivamente constituído no curso de sua história, desenvolve processos de subjetivação em cada uma de suas atividades atuais e os sentidos produzidos em tais atividades constituem subjetivamente as outras, em um "processo permanente de integração, organização e mudança" (GONZÁLEZ REY, 2009, p. 127). Por isso, as configurações subjetivas em que se expressam a motivação são sempre consideradas em processo, o que supera a ideia do motivo como conteúdo pontual que estimula a realização de uma atividade concreta. Em síntese, a teoria da subjetividade, num enfoque histórico-cultural, representa a motivação como produção de sentido subjetivo que se expressa em diferentes configurações subjetivas para cada sujeito no contexto de suas ações.

3 ESTUDOS SOBRE MOTIVAÇÃO EM CONTEXTOS DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Embora seja reconhecida a importância de aspectos emocionais no ensino de Ciências, é notória a pouca atenção dispensada nas pesquisas, quando comparada com a análise de aspectos cognitivos da formação docente e do ensino na referida área (REISS, 2005). Entendo que essa assimetria está relacionada a diferentes questões, destacando-se as seguintes: a) a natureza complexa e a dificuldade de diagnóstico da dimensão afetiva para fins de investigação (KOBALLA; GLYNN, 2007); b) a longa tradição cognitiva da pesquisa em Educação em Ciências (ALSOP; WATTS, 2003); c) o legado do pensamento cartesiano, que opôs razão e emoção (ZEMBYLAS, 2005), que, de certo modo, dificultou a investigação sobre o afeto e suas implicações nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências.

Esse desinteresse pode ser percebido também nos objetivos de ensino que, de modo geral, são definidos para os componentes curriculares das escolas (LEITE, 2006). Em objetivos de componentes da área de Ciências são enfatizados aspectos cognitivos da aprendizagem, de modo que, em alguns casos, não há preocupação deliberada com que os estudantes possam expressar sentidos sobre o que estão estudando e tenham curiosidade e interesse em aprender Ciências. Os estudantes são levados a estudar conteúdos científicos simplesmente porque precisam "passar nas avaliações", "cumprir um currículo ou programa previamente definido", ou ainda porque "um dia saberão que tais conhecimentos serão úteis, dependendo da escolha profissional que fizerem". Para além desses aprendizados, outros aspectos importantes no desenvolvimento dos estudantes deixam de ser considerados, como o de incentivá-los a explorar seus contextos de vivências, sua cultura e desenvolver a criatividade, a autonomia e a autoconfiança na solução de situações-problema com as quais se deparam no dia a dia. A formação em atitudes, por exemplo, de cooperação entre os colegas e de interesse e curiosidade pela Ciência tem pouca relevância, se comparada com o ensino de conteúdos conceituais de Ciências (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009).

Nas pesquisas da área de ensino de Ciências, a motivação é tradicionalmente considerada uma construção do chamado "domínio afetivo da educação científica". A esse respeito, no presente tópico, meu interesse específico não é apresentar um levantamento exaustivo, mas sim apresentar as principais características de pesquisas sobre o chamado domínio afetivo, para então discutir o enfoque dado em relação ao estudo da motivação, tendo como base princípios da teoria da subjetividade. Para isso, recorro, principalmente, aos trabalhos de Simpson *et al.* (1994), que realizaram um levantamento de pesquisas sobre o domínio afetivo; Pintrich *et al.* (1993), que discutiram a inclusão de aspectos afetivos em um modelo de aprendizagem; e Pintrich e Schunk (2006), que apresentaram diferentes aspectos teóricos relacionados ao estudo da motivação. Em seguida, discuto estudos do contexto brasileiro que ilustram o modo como a motivação é abordada na perspectiva da pesquisa sobre o domínio afetivo na educação científica.

Pesquisas sobre o domínio afetivo da educação científica partem do consenso de que as ações dos estudantes são influenciadas pelos "valores que possuem, sua motivação, as crenças que eles trazem de casa para a sala de aula, e a miríade de atitudes formuladas por eles sobre a escola, a ciência, e a vida em geral" (SIMPSON *et al.*, 1994, p. 211). As pesquisas costumam incluir inúmeras construções,

tais como atitudes, motivação, valores, interesses e crenças. Dentre as categorias citadas, atitude e motivação tendem a ser enfatizadas, sendo consideradas, segundo Koballa e Glynn (2007), os construtos mais importantes na linha de pesquisa sobre o domínio afetivo.

Simpson *et al.* (1994), por exemplo, revisaram a pesquisa sobre o domínio afetivo na aprendizagem em Ciências, e, apesar de levarem em conta diferentes construções teóricas, concentraram sua análise na atitude, definida como uma "predisposição para reagir positiva ou negativamente às coisas, pessoas, lugares ou ideias" (SIMPSON *et al.*, 1994, p. 212). As atitudes em relação à ciência referem-se especificamente ao fato de uma pessoa gostar ou não de Ciências e de reagir positiva ou negativamente em relação ao conhecimento científico. Ao comparar os termos atitude e motivação, no que diz respeito a seus principais componentes, os referidos autores afirmam que a motivação tem como principal componente o comportamento, enquanto as atitudes incluem o afeto, a cognição e o comportamento em sua composição. Entretanto, apesar de considerarem diferentes dimensões do conceito de atitude, a análise empreendida por Simpson e por seus colaboradores destaca, em geral, apenas o comportamento e a cognição (SANTOS; MORTIMER, 2003).

Em comparação com as atitudes, a motivação não foi estudada com tanta frequência por parte da pesquisa na área de Educação em Ciências (KOBALLA, 2012). Sobre o papel da motivação na aprendizagem científica, o trabalho de Pintrich *et al.* (1993), trouxe importantes contribuições iniciais para a área, ao argumentar que fatores não cognitivos, especialmente a motivação, podem influenciar fortemente a aprendizagem das Ciências, sendo necessário considerá-los na investigação sobre mudança conceitual, de acordo com o modelo descrito por Posner *et al.* (1982).

O modelo de mudança conceitual, baseado numa concepção de aprendizagem como cognição fria e isolada (PINTRICH *et al.*, 1993), não descreveria adequadamente a aprendizagem em contexto de sala de aula. Ao recorrer somente a fatores cognitivos, o modelo de mudança conceitual não explicaria, por exemplo, por que, algumas vezes, estudantes que possuem o conhecimento prévio requisitado, não mobilizam esse conhecimento em diversas atividades na escola e fora dela.

A crítica de Pintrich *et al.* (1993) ao modelo de mudança conceitual levantou uma série de questões, dentre as quais destaco: a) A metáfora da ecologia

conceitual, utilizada para se referir aos vários tipos de conhecimentos importantes para o estudante na acomodação de novas ideias, não leva em conta que, ao contrário dos ecossistemas, os estudantes têm objetivos e crenças, o que sugere um papel das crenças motivacionais na aprendizagem; b) As condições básicas descritas para que a mudança conceitual ocorra pressupõem um processo racional que ignora a influência dos construtos motivacionais sobre o atendimento a tais condições. No modelo de mudança conceitual, os estudantes estariam voltados somente para a meta de atribuir sentido às informações e relacioná-las com seus conhecimentos anteriores.

Partindo da perspectiva *piagetiana*, na qual o afeto está relacionado à energização da ação, incluindo a atividade cognitiva, Pintrich e seus colaboradores assumiram que diferentes processos cognitivos podem ser influenciados pelas crenças motivacionais dos estudantes. Essas construções motivacionais advêm de uma perspectiva sociocognitiva da motivação, que destaca o papel desempenhado pelas crenças dos estudantes e suas interpretações de eventos reais na dinâmica motivacional (PINTRICH *et al.*, 1993). Os referidos autores organizaram os componentes motivacionais em torno de dois fatores: (1) um componente de valor, que diz respeito às crenças motivacionais dos estudantes acerca de suas razões para a escolha de uma atividade, e que inclui construtos de orientação para a meta, interesse e importância da atividade; (2) um componente de expectativa, que diz respeito às crenças motivacionais dos estudantes sobre sua capacidade de realizar uma atividade, e que inclui construtos de autoeficácia, atribuições e crenças de controle.

Pintrich e Schunk (2006) definiram a motivação como processo que dirige o ser humano para um objetivo ou meta, que instiga e mantém a sua atividade. Tal processo pode ser investigado a partir de determinados comportamentos, como a escolha entre atividades distintas, o esforço, a persistência e a expressão dos sujeitos. De modo geral, a pesquisa sobre o domínio afetivo, no que diz respeito à motivação, propõe-se a investigar “por que os estudantes se esforçam para determinados objetivos na aprendizagem, com que intensidade eles se esforçam e que emoções podem caracterizá-los neste processo” (KOBALLA; GLYNN, 2007, p. 85).

De modo geral, no contexto brasileiro, as pesquisas têm focalizado fatores que motivam os estudantes nas aulas, tais como conhecimento sobre substâncias e fenômenos, o recebimento de pontos e a obtenção de um diploma no futuro

(CARDOSO; COLINVAUX, 2000). Outras pesquisas investigam a influência de determinadas atividades e recursos didáticos sobre a motivação, por exemplo, aulas práticas, comunidades virtuais e uso de histórias em quadrinhos (FREITAS; CORREA, 2008).

Nesses trabalhos, aparece implícita ou explicitamente a ideia da motivação como resposta a um conteúdo externo ou como elemento que incentiva a realização de uma determinada atividade. Embora as pesquisas apresentem resultados importantes por levantarem diferentes aspectos que intervêm na motivação em aulas de Ciências, elas não têm como objetivo discutir a motivação em sua complexidade e em seu caráter subjetivo.

Concordo que, no âmbito da educação escolar, existe uma diversidade de proposições pedagógicas e atividades que podem contribuir para potencializar e promover processos motivacionais, tais como projetos de investigação, excursões exploratórias, trabalhos em grupo, jogos didático-pedagógicos, pesquisas na internet e em bibliotecas, dentre outras atividades, nas quais os estudantes podem sentir-se estimulados a escolher temáticas, apresentar e debater opiniões divergentes e a propor possíveis caminhos para a resolução de problemas em investigação.

Entendo que tais estratégias são fundamentais para mobilizar o envolvimento nas aulas, mas não garantem por si mesmas que a motivação seja atingida. Isso seria desconsiderar o sujeito que aprende, que está em constante movimento de construção de sua subjetividade e que produz sentido sobre as atividades nas quais se envolve. A esse respeito González Rey (2003) argumenta que as atividades "não têm por detrás motivos universais que atuam como sua causa, os próprios motivos se organizam de forma única no contexto de uma atividade, fazendo parte de um processo de produção de sentido que tem caráter plurimotivado" (p. 247). Trata-se de reconhecer na aprendizagem, incluindo-se as estratégias pedagógicas e materiais utilizados, as dinâmicas do sujeito que aprende.

Apesar de identificar a importância de aspectos motivacionais nos processos de ensino e de aprendizagem, o quadro geral das pesquisas sobre o domínio afetivo aponta que a tendência é a investigação sobre como tais aspectos influenciam o comportamento e a cognição dos estudantes, o que implica no tratamento da cognição separada da motivação. A esse respeito, Koballa (2012) aponta que uma das principais limitações da pesquisa sobre o domínio afetivo é a definição de muitas variáveis afetivas – dentre as quais, a motivação – apenas como

complementos para a investigação cognitiva da aprendizagem. Disso resulta que, em geral, o afetivo acaba subordinado ao cognitivo na análise da motivação. Em minha opinião, essa subordinação do afetivo explica também o fato de que, apesar de ser considerada relevante, a motivação para aprender e ensinar não tem sido um objeto de estudo frequente e sistemático na área de Educação em Ciências. Além de conceber e, consequentemente, estudar afeto e cognição de forma dicotômica, os referenciais acabam estimulando estudos de variáveis ou fragmentos do objeto motivação. Alguns reconhecem sua complexidade e tentam alcançá-la juntando diversas variáveis, mas sem uma categoria de integração como subjetividade e configurações subjetivas.

A investigação da motivação em aulas de Ciências requer o reconhecimento de que afetividade e cognição se constituem mutuamente. Considerando o sujeito em sua condição integral, entendo que "a dimensão afetiva não é um simples catalisador, mas uma condição necessária para que a aprendizagem ocorra" (PERRIER; NSENGIYUMVA, 2003, p. 1124), de modo que a motivação não pode ser vista apenas como influência externa ao ensino e à aprendizagem. Nessa perspectiva, entendo que a categoria de sentido subjetivo ajuda a superar a dicotomia entre o afetivo e o cognitivo, pois ele é composto de processos simbólicos e emoções, representando a motivação humana como expressão da subjetividade da pessoa. A motivação como configuração permite considerar que aspectos de esferas distintas da vida podem integrar a constituição subjetiva de qualquer atividade da pessoa, como o ensino e a aprendizagem escolar, o que se apresenta como alternativa à representação do motivo em termos de variáveis.

Outro aspecto que considero importante é que a motivação nas pesquisas sobre o domínio afetivo nem sempre é pensada como processo histórico-cultural, como produção subjetiva do sujeito historicamente situado. Além disso, a respeito da menção a tipos de motivação intrínseca ou extrínseca, assumo, a partir da teoria da subjetividade, que ambos os tipos de motivação são uma construção do sujeito, tendo em vista que as recompensas e as pressões na escola e em outros espaços não atuam como determinantes externos dos motivos, mas sim como possíveis elementos de sentido de uma configuração subjetiva do sujeito.

Comportamentos como esforço, persistência e escolha de uma tarefa são considerados como indicadores tradicionais, a partir dos quais se pode inferir

a motivação dos sujeitos (PINTRICH; SCHUNK, 2006). Entendo que tais comportamentos trazem informações sobre a motivação, contudo, como configuração de sentido subjetivo, o motivo não pode ser simplesmente identificado com um comportamento concreto. Todo comportamento do sujeito passa a ser compreendido e torna-se relevante no contexto de produção de sentido subjetivo, que considera a pessoa e o contexto da subjetividade social em que desenvolve suas atividades.

Moraes, Ramos e Galiazzi (2007), ao discutir sobre a aprendizagem do conhecimento químico, apresentam uma posição que, a meu ver, é bastante relevante para o estudo da motivação para aprender e ensinar Ciências:

> A motivação não está na atividade propriamente dita. O interesse está no aluno e saber aproveitar o que os aprendizes valorizam para iniciar as atividades é forte possibilidade de seu envolvimento. Esse interesse também é desafiado e reconstruído ao longo do processo. Partir dos interesses dos alunos, entretanto, não implica estacionar neles (p. 206-207).

Os referidos autores e autora se aproximam da ideia da motivação como produção do sujeito, entendido como histórico-cultural, dotado de subjetividade individual e social. Essa produção precisa ser potencializada e reconstruída durante as aulas, inclusive para além dos interesses iniciais dos estudantes, no que aparece o caráter processual e dinâmico da motivação para a aprendizagem de Ciências.

Nessa direção, parece interessante a compreensão de estratégias pedagógicas, proposta por Tacca (2008), como "recursos relacionais que orientam o professor na criação de canais dialógicos, tendo em vista adentrar o pensamento do aluno, suas emoções, conhecendo as interligações impostas pela unidade cognição-afeto" (p. 48). Assim, as estratégias de ensino não estariam direcionadas para a abordagem dos conteúdos em si, mas para os estudantes, para alcançar seu interesse e sua motivação e potencializar as relações sociais entre eles e o professor, dos estudantes entre si e sua relação com o conteúdo.

Valverde e Chavarria (2000) também defendem o caráter processual da motivação que está imbricada com todas as "relações dinâmicas que surgem desde o momento que se estabelecem vínculos entre o escolar e o social, posto que os aspectos específicos da motivação se desenvolvem em formações histórico-sociais concretas" (VALVERDE; CHAVARRIA, 2000, p. 4). Eles também avançam em

relação à constituição da motivação, ao argumentarem que ela não se restringe à atividade e ao que acontece nas aulas, criticando o entendimento da motivação como técnica ou procedimento de ensino, a ser utilizado somente no início de cada atividade escolar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do texto, busquei discutir acerca de processos motivacionais, a partir do referencial teórico da subjetividade e suas implicações para a aprendizagem de Ciências. De modo geral, nas pesquisas sobre o chamado domínio afetivo da educação científica, a afetividade é considerada como combustível da ação, mas sem tomar parte da qualidade dessa ação. Essa perspectiva tende a nortear processos de ensino e aprendizagem nos quais a motivação é identificada como atividade ou técnica a ser utilizada no início ou em momentos específicos das atividades escolares. De modo distinto, a perspectiva que adotei neste capítulo, inspirada na teoria da subjetividade, concebe aspectos simbólicos e emocionais em constituição mútua, de modo que a motivação é vista como expressão integral em contextos sociais. Assim, a motivação em aulas de Ciências é constituída pela integração de sentidos subjetivos produzidos no curso do ensino e da aprendizagem e na história dos estudantes e da/o professora/or, na escola e em outros contextos.

A ideia da motivação como produção de sentido subjetivo requer que os processos de ensino e de aprendizagem estejam direcionados para subsidiar essa produção, na direção de uma melhor aprendizagem escolar. A perspectiva teórica da subjetividade possibilita considerar as produções e posicionamentos do sujeito no curso de suas experiências, superando a ideia da motivação como simples resposta direta a um fator externo à pessoa.

A motivação aparece, portanto, como uma produção subjetiva resultante da história escolar e extraescolar do sujeito, história que implica uma relação muitas vezes contraditória dos níveis subjetivos social e individual do sujeito. Acredito que, focalizando dessa maneira, a compreensão da motivação para aprender e ensinar Ciências ganha uma contribuição, pois deixa de ser pensada como algo próprio da pessoa ou das atividades escolares e pode beneficiar professores interessados em inovações nessa área.

REFERÊNCIAS

ALSOP, S., WATTS, M., Unweaving time and food chains: Two classroom exercises in scientific and emotional literacy. **Canadian Journal of Science**, Mathematics and technology education, v. 2, n. 4, p. 435-449, 2003.

ALVES, J. M. *et al.* Sentidos subjetivos relacionados com a motivação dos estudantes do clube de Ciências da ilha de cotijuba. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2012.

CANNON, R. K.; SIMPSON, R. D. Relationships among attitude, motivation, and achievement of ability grouped, seventh-grade, life science students. **Science Education**, 69, p. 121-138, 1985.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CARVALHO, W.; STANZANI, E. de L.; PASSOS, M. M. A motivação no Ensino de Ciências: análise de dez anos de trabalhos apresentados no ENPEC. **ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 97-114, out./dez. 2017.

FREITAS, K. B. de; CORREA, P. R. M. Atividades colaborativas no orkut como motivação para a aprendizagem de conceitos de química. *In:* XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), **Anais [...],** 2008.

GARCÊS, B. P.; KASSEBOEHMER, A. C. Levantamento e Análise dos trabalhos sobre Motivação no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). *In:* XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis. **Anais [...]**, 2017.

GONZÁLEZ REY, F. L. **Sujeito e subjetividade:** uma aproximação histórico-cultural. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

GONZÁLEZ REY, F. L. O valor heuristico da subjetividade na investigação psicológica. *In:* REY, F. L. G. (org.) **Subjetividade, complexidade e pesquisa em psicologia.** São Paulo: Thomson Learning, 2005. p. 27-51.

GONZÁLEZ REY, F. L. O sujeito que aprende: desafios do desenvolvimento do tema da aprendizagem na psicologia e na prática pedagógica. *In:* TACCA, M. C. V. R. **Aprendizagem e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Alínea, 2008. p. 29-44.

GONZÁLEZ REY, F. L. **O social na psicologia e a psicologia social**: a emergência do sujeito. Petrópolis: Vozes, 2009.

GONZÁLEZ REY, F. L. **Subjetividade e Saúde:** Superando a clínica da patologia. São Paulo: Cortez, 2012.

KOBALLA, T. R. **Framework for the affective domain in science education**. 2012. Disponível em: http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/affective/framework.html. Acesso em: 17 out. 2019.

KOBALLA, T. R.; GLYNN, S. M. Attitudinal and Motivational constructs in science learning. Chpt. 4. *In:* ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (ed.). **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah: Erlbaum, 2007.

LEITE, S. A. Afetividade e práticas pedagógicas. *In:* LEITE, S. A. (org.) **Afetividade e práticas pedagógicas.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006. p. 15-45.

LEMKE, J. L. Research for the Future of Science Education: new ways of Learning, new ways of Living. *In:* II International Congress in Research in Science Teaching, **Anais** [...]. Granada, Espanha, 2005.

MORAES, R.; RAMOS, Maurivan Güntzel; GALIAZZI, M. C. Aprender química: promovendo Excursões em Discursos da Química. *In:* ZANON, L. B; MALDANER, O. A. (org.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. V. 1. Ijuí, RS: Unijuí, 2007. p. 191-210.

PERRIER, F.; NSENGIYUMVA, J. B. Active science as a contribution to the trauma recovery process. Preliminary indications with orphans for the 1994 genocide in Rwanda. **International Journal of Science Education**, 25, p. 1111-1128, 2003.

PINTRICH, P. R., MARX, R. W., BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. **Review of Educational Research**, 63, p. 167-199, 1993.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivación en contextos educativos.** Teoría, investigación y aplicaciones. 2. ed. Madrid: Pearson Educación, 2006.

POZO, Juan I.; CRESPO, Miguel A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REISS, M. The importance of affective in science education. *In:* ALSOP, S. (ed.). **Beyond Cartesian Dualism:** Encountering affect in the teaching and learning of science. Netherlands: Springer, 2005. p. 17-25.

SANTOS, F. M. T.; MORTIMER, E. F. How Emotions Shape the Relationship between a Chemistry Teacher and Her High School Students. **Journal of Science Education**, vol. 25, n. 9. p. 1095-1110, 2003.

SIMPSON, R. D., KOBALLA, T. R., OLIVER, J. S., & CRAWLEY, F. E. Research on the affective dimensions of science learning. *In:* D. Gabel (ed.). **Handbook of research on science teaching and learning.** 1994. p. 211-234.

SIQUEIRA, M. R. Algumas considerações sobre motivação no ensino de Ciências. **Ciência & Ensino**, n. 1, out. 1996.

TACCA, M. C. V. R. Estratégias pedagógicas: Conceituação e desdobramentos com foco nas relações professor-aluno. *In:* TACCA, M. C. V. R. (ed.). **Aprendizagem e Trabalho Pedagógico**. Campinas, SP: Alínea, 2006. p. 45-68.

TACCA, M. C. V. R.; GONZÁLEZ REY, F. L. Produção de sentido subjetivo: as singularidades dos alunos no processo de aprender. **Psicologia, Ciência e Profissão**, v. 28, n. 1, p. 138-145, 2008.

TYTLER, R. Attitudes, identity and aspirations toward science. *In:* ABELL, S, K.; LEDERMAN, N. G. (ed.). **Handbook of research on science education.** New York: Routledge, 2014. p. 82-103.

VALVERDE, A. A.; CHAVARRIA, G. C. La motivación: una actividad inicial o um proceso permanente. **Revista Pensamiento actual**. Costa Rica: Universidade da Costa Rica, 2000.

ZEMBYLAS, M. Emotions and science: teaching present research and future agendas *In:* Alsop. S. (ed). **Beyond Cartesian Dualism**: Encountering affect in the teaching and learning of science. Netherlands: Springer, 2005. p. 122-134.

ZUSHO, A.; PINTRICH, P. R.; COPPOLA, B. Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. **International Journal of Science Education**, 25, p. 1081-1094, 2003.

2 NA ESCOLA: O LUGAR DO ENSINO É O LUGAR DA APRENDIZAGEM?

Sandra Aparecida dos Santos[1]
Renata Dalcanale Araujo[2]

1 INTRODUÇÃO

Proposições e novos olhares ao Ensino de Ciências, remete-nos a ideia de inovação. Inovação que lança novos olhares ao ensino, deslocando sua mira à aprendizagem e, para este alvo, as proposições de ação. Torna-se urgente a ação docente com vistas à aprendizagem dos estudantes e de si, quando se torna um pesquisador de sua prática, portanto, também aprendente.

Propõem-se estas reflexões em tempos de pandemia da COVID-19, um marco no rumo da humanidade e, diga-se para a educação, em tempos de "aulas", de propostas pedagógicas remotas, a escola tornou-se, em alguns territórios do mundo, temporária ou definitivamente, 100% digital. Novos olhares e novas proposições para o ensino de todas as áreas e, em particular, para o Ensino de Ciências.

Na escola que se tinha e na escola que se terá, há de se pensar na relação espaço-tempo, denominada por Carvalho-Neto (2018) como sendo o "presente do futuro". A escola do futuro é hoje, ubíqua, está em todo lugar ao mesmo tempo, com uma proposição de ensino e de aprendizagem por meio da interação social biociberfísica (biológica - digital - física), mesclada entre o analógico e o digital. Nesta abordagem, a escola migra para a "nuvem" (internet - computação em nuvem), estabelecendo redes que realizam a gestão da informação, da colaboração, da comunicação e do conhecimento.

1 Docente de Biologia no Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí, Rua Guilherme Gemballa, 13, Jardim América, Rio do Sul, SC, 89160-932. Contato: esasandra@unidavi.edu.br

2 Pesquisadora egressa do Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí, Rua Guilherme Gemballa, 13, Jardim América, Rio do Sul, SC, 89160-932. Contato: renatadalcanalearaujo@gmail.com

A presença "real" ou "virtual" não se distingue mais, há de se re(significar) o conceito de presencialidade de modo a qualificar presenças reais e presenças virtuais, uma vez que também não se anulam, nem se substituem e sim complementam-se na proposição de aprendizagens significativas (AUSUBEL, 2003) e conhecimentos relevantes, portanto das formas de ensino condizentes. Neste momento, constrói-se uma escola ubíqua com uma educação mesclada, situação já anunciada por Moreira (2011, p. 41):

> A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é uma teoria sobre a aquisição, com significados, de corpos organizados de conhecimento em situação formal de ensino. Há poucas décadas, dir-se-ia em "sala de aula". Hoje, na era das TICs, fica melhor falar em "situação formal de ensino", o qual pode ser na sala de aula (presencial) ou em um ambiente virtual (a distância).

Para tanto, fazem-se necessárias ferramentas, mídias analógicas (livros, revistas, cadernos, lápis, borracha, entre outras) e digitais (plataformas, recursos audiovisuais, entre outras) e competências, tanto dos docentes quanto dos gestores, mas indiscutivelmente, das pessoas de forma distribuída. As ferramentas por si só, não deflagram qualquer processo, especialmente o de inovação que depende intrinsecamente do processo criativo, do processo *techné* (hemisfério direito do cérebro humano) e *logos* (hemisfério esquerdo do cérebro humano), desta forma, a tecnologia está nas pessoas e não nas coisas.

Conforme Carvalho-Neto (2018), os conceitos sobre tecnologia se confundem com a definição de técnica, "o computador não é uma tecnologia, assim como nenhum dos equipamentos ou dispositivos dentro de uma sala de aula" (p. 72). Na verdade, eles são meios de divulgação para a tecnologia de fato que corresponde à "criação e conteúdo, um processo que se inicia na mente" (p. 75).

Os conceitos de tecnologia e competência necessitam de urgente e profunda revisão, uma vez que atribuem sentidos para processos pedagógicos e sociais que implicam na qualificação de escolhas e ações dos sujeitos atingidos. O conceito de competência refere-se ao agir mediante as interfaces entre valores, habilidades e conhecimento teórico respectivos ao fazer e a área de conhecimento em questão. As competências expressam "capacidade de tomada de decisão diante de uma circunstância contextualizada [...] envolve escolhas, preparando o sujeito para a ação" (CARVALHO-NETO, 2018, p. 139).

Compreender a aprendizagem como processo com dimensões biológicas, sociais e relacionais, qualifica as proposições de ensino a partir do desenvolvimento de percursos formativos pelos estudantes que considerem e respeitem o processo de aprender. Adota-se, nesta reflexão, a teoria da Educação 4.0 (CARVALHO-NETO, 2018), ou seja, um modelo educativo fundamentado em quatro pilares estruturantes: o Modelo Sistêmico de Educação (MSE), a Educação Científica e Tecnológica (ECT), a Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC) e a Ciberarquitetura (CBQ).

O pilar central da Educação 4.0 consiste no MSE, o qual estrutura uma visão sistêmica da escola, permitindo "a realização de análises de conjunto das soluções educacionais em uso e também o traçado de desenhos para inovação" (CARVALHO-NETO, 2018, p. 10). Orbitando o pilar central, encontram-se:

> a) a ECT "enfatizando o papel da cultura e da informação na constituição do ser humano [...] neste ponto adentra-se com as temáticas de educação e mediação, inclusive na perspectiva de uma abordagem de cunho digital" (CARVALHO-NETO, 2018, p. 10);
>
> b) a EGC, concebida como a propulsora do processo de Educação 4.0, elucida "os conceitos de conhecimento tácito e explícito, educação digital (inclusive objetos educacionais digitais) e algumas ideias de base para o pensamento criativo" (CARVALHO-NETO, 2018, p. 10). Dialoga com a Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1978) e sua versão mais atual, a Teoria da Conectividade (SIEMENS, 2004);
>
> c) a CBQ que reposiciona os espaços-tempos educacionais, refere-se a "ambientes que integram soluções analógicas e digitais de comunicação local, híbrida e remota, apontando para uma convergência de mídias a serviço dos processos de ensino-aprendizagem" (CARVALHO-NETO, 2018, p. 10), caracterizando as chamadas salas inteligentes 4.0.

Teoricamente, considerar a perspectiva de como as pessoas aprendem não se constitui em fenômeno simples, sua complexidade exige envolvimento dos especialistas no processo educacional. Na prática, à luz da Educação 4.0, o terceiro pilar do modelo educacional, a EGC, contribui com argumentos que elucidam um fazer pedagógico que aproxima o ensino de uma aprendizagem significativa e efetiva por parte do aprendiz, propondo quatro momentos metodológicos: a contextualização, a problematização, a interação e a socialização que, segundo Carvalho-Neto (2018, p. 224), "embora possam ser

estruturados de forma isolada em suas características essenciais, na prática se pode considerar que as mesmas estejam presentes ao mesmo tempo, com maior ou menor ênfase em uma ou outra situação, durante os processos formais de ensino-aprendizagem".

Na contextualização, apresentam-se estratégias e/ou recursos (depoimentos, vídeos, músicas, imagens, entre outros) para disparar as emoções do estudante, de modo a proporcionar um envolvimento do mesmo com o tema e o devido gerenciamento cognitivo esperado. Estando o cérebro predisposto ao problema e/ou desafio a que será submetido, a problematização é proposta e, então torna-se possível um delineamento com vistas ao desenvolvimento de habilidades, legitimando a elaboração de competências.

Frente ao problema a ser resolvido, o momento da interação organiza estratégias pedagógicas que oportunizem a interação entre os sujeitos, inclusive na forma de diferentes "trilhas pedagógicas", a se pensar em trajetos que, quando percorridos, convirjam para equacionar a problematização proposta, produzindo conhecimento.

O último momento metodológico propõe estratégias pedagógicas que oportunizam a socialização dos conhecimentos produzidos, gerados, (re)significados e construídos entre os sujeitos, respectivas a uma ou mais trilhas pedagógicas desenvolvidas.

2 O PROFESSOR, A PROFESSORA: ESPECIALISTAS DO ENSINO E/OU DA APRENDIZAGEM

A formação inicial e continuada desse especialista educacional, mais do que nunca se torna fundamental e imprescindível uma vez que, escola e estudantes encontram-se em um modelo de sociedade do e no século XXI, as lacunas entre os sujeitos e suas formações deixaram de existir, todos passaram a coexistir em espaços-tempos que exigem novas e urgentes competências.

Considerando os pressupostos teóricos apresentados, urge a presença de um especialista dialógico, cooperativo, reflexivo, interlocutor na sociedade em que se insere, inevitavelmente pesquisador da sua prática (ANDRÉ, 2012). Nesta perspectiva, inúmeros questionamentos emergem: De que professor e de que pesquisa se está tratando quando se fala de professor pesquisador? Quando se planejam as

estratégias de ensino, efetiva-se pesquisa? Os professores são sabedores dos conteúdos conceituais, mas os sentem em seus fazeres docentes?

É necessário que a intimidade dos "lugares de aula" estejam povoados de contextos significativos tanto para a ciência como para o estudante. Assevera Bizzo (2012, p. 8),

> não podemos incorrer em dois excessos igualmente perversos: ou sacrificando a compreensão do aluno ou utilizando o conteúdo exatamente como ele é utilizado no âmbito acadêmico. Também não podemos sacrificar a correção conceitual do conhecimento ao lexiona-lo demasiadamente em nome de uma proposta supostamente mais didática.

No campo do ensino, a virtude encontra-se a meio caminho desses dois extremos, reconhecendo a necessidade de dialogar com as áreas de conteúdo, bem como as áreas dos saberes pedagógicos, considerando como as pessoas aprendem, do qual emerge o saber docente, segundo Tardif (2000, 2014).

3 OS FAZERES PEDAGÓGICOS

Os especialistas educacionais em constante formação, situados na sociedade do século XXI e à luz do modelo educacional da Educação 4.0, promoverão o conhecimento gerado para a solução de um problema e/ou desafio, uma vez que esteja envolvido emocionalmente com o proposto. Nesta reflexão, discorrer-se-á sobre três fazeres pedagógicos que dialogam com o processo de aprender pelo ser humano.

O primeiro fazer pedagógico apresentado, refere-se à consideração da *pergunta* do estudante por meio de uma escuta sensível do especialista mediador. Estas perguntas emergem durante todo o processo de aprendizagem, instigando e apontando caminhos para trilhas pedagógicas que direcionarão os sujeitos envolvidos na investigação dos desafios, (re)elaborando conhecimentos envolvidos e subsidiários, juntamente com valores e habilidades de competências para a vida.

Trata-se do desenvolvimento do pensamento crítico, para Freire e Faundez (1998, p. 26): “a origem do conhecimento está na pergunta, ou nas perguntas, ou no ato mesmo de perguntar; [...]”. Nesse sentido, Kripka, Quadros, Oliveira e Ramos (2017, p. 15) indicam que:

> a pergunta seria o elemento que daria vazão à dúvida, pois não se pode pensar em criticidade se não possibilitarmos a dúvida sobre o que se está levando a conhecer pelo outro. Quando há a compreensão por parte do indivíduo, esse estabelece relações, ressignificando o expressado, a ponto de poder, a partir da reflexão e do questionamento, reconstruir conceitos, construindo sua aprendizagem de maneira crítica.

Nesse fazer pedagógico, considera-se a elaboração de um roteiro (BAGNO, 2012) norteador da trilha pedagógica a ser percorrida, de modo a compactuar com o estudante, de dar-lhe informações ligadas diretamente aos passos que dará. Ele “não anda no escuro”; compartilha a intencionalidade pedagógica.

Da prática docente, emergiu um roteiro efetivo para o envolvimento do estudante que contempla: um texto contextualizador, introdutório; as habilidades a serem desenvolvidas; os conteúdos educativos fundamentadores (conceituais, procedimentais e atitudinais) (COLL; POZO; SARABIA; VALLS, 2000; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2010; OÑORBE, 2010); o problema e/ou desafio a ser solucionado; mídias de apoio; avaliação; cronograma de ação.

Outro fazer pedagógico, prevê a *leitura e a escrita*, enquanto habilidades para o Ensino de Ciências, mas em meio a vida; uma leitura e uma escrita com finalidade, com sentido. Uma reflexão a partir do fazer pedagógico com uma turma de segundo ano do Ensino Médio, legitimando a perspectiva teórica apresentada, convida-nos a uma desacomodação frente aos processos de ensino e de aprendizagem sobre animais do filo dos artrópodes[3] e da classe dos insetos. Na sequência, apresentam-se as informações que haveria ao considerar-se o texto do material didático para leitura e posterior escrita.

Trecho extraído do livro didático sobre insetos (AMABIS; MARTHO, 2013)

> Tórax é a segunda região do corpo dos insetos onde se encontram os apêndices locomotores terrestres, aquáticos (pernas) e aéreos (asas). É formado por três segmentos: protórax, mesotórax e metatórax. Se o protórax não contém asas, o meso e metatórax apresentam o primeiro e segundo par de asas, respectivamente. Cada segmento torácico contém um par de pernas. O semi-arco superior é o tergo, constituído por quatro pares de tergitos (escuto, prescuto, escutelo e

3 Animais classificados a partir do critério da presença de apêndices (asas, patas e antenas) articulados ao corpo segmentado.

> pós-escutelo). O semi-arco inferior é o esterno, formado por um par de esternitos. Esses semi-arcos são ligados lateralmente por uma área membranosa chamada de pleura, que contém um par de pleuritos: o epímero ligado ao tergo e o episterno próximo ao esterno.

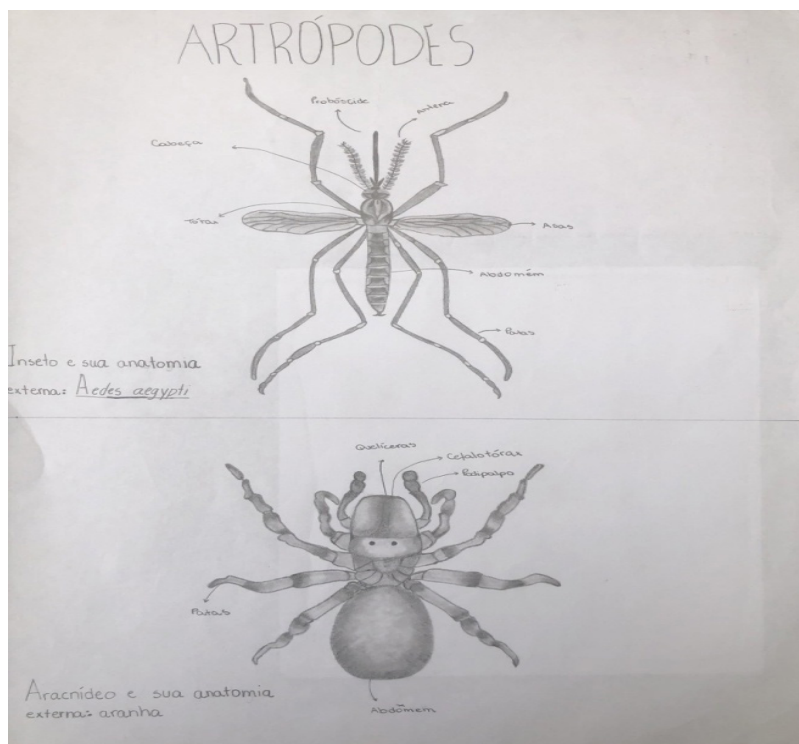
A apresentação anatômica dos insetos feita no material didático sugere abstração e complexidade de termos sem a identificação concreta das estruturas citadas. Inúmeras poderiam ser as estratégias metodológicas práticas utilizadas para tal observação, porém não haveria garantias de oportunidade de experiência vivencial, para além de uma ilustração concreta. É neste viés de abordagem didático-metodológica visando experiências vivenciais que a concepção da teoria da Educação 4.0 ilumina os fazeres docentes.

Em uma trilha pedagógica à luz da Educação 4.0, considerando os momentos pedagógicos compactuados com os estudantes por meio do roteiro das estratégias pedagógicas, eles realizaram uma saída a campo em uma propriedade rural de meliponicultura (produção de mel a partir da cultura de abelhas nativas, sem ferrão), onde puderam experimentar e vivenciar a rotina e produção deste inseto social, conforme Figura 1.

Figura 1 - Estudantes do segundo ano do Ensino Médio, vivenciando a produção de mel pela meliponicultura

Fonte: Acervo das autoras (2022).

Após a visita, as *escritas* deram-se por meio de registro biológico (Figura 2) e carta relatório enviada para os meliponicultores que os receberam, além da escrita final, que foi a produção de uma estampa têxtil, apresentando o inseto com suas características morfológicas.

Figura 2 - Registro biológico representando os insetos

Fonte: Acervo das autoras (2022).

E o terceiro fazer pedagógico que tem se mostrado efetivo no processo de ensino e de aprendizagem é a *pesquisa*, a investigação acerca do problema e/ou desafio a ser resolvido; o rigor e o teor da pesquisa proposta aos estudantes estão relacionados diretamente com o fazer pesquisa do especialista educacional mediador.

Referencia-se, neste texto, a pesquisa que investiga o mundo em que os sujeitos aprendentes estão inseridos, que gera informações a serem significadas à luz dos conteúdos educativos, que possibilita a gestão do conhecimento. Pesquisas

capazes de fazer da escola um lugar não só de ensino, mas também de pesquisa com relevância e impactos sociais, realizando, com excelência, também a extensão.

Entre pesquisas realizadas na Educação Básica, cita-se uma que investiga a remineralização natural do solo por meio da adição de pó de rocha[4], característica da região a ser remineralizada. Os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio visitaram uma pedreira, produtora do pó da rocha Ritmito, acompanharam seu percurso até a cultura de feijão e cebola, em uma propriedade rural da região em que a escola está inserida, do plantio à colheita, selecionaram amostras de alimentos (Figura 3) e encaminharam para laboratório especializado a fim de verificarem a quantificação de minerais.

Figura 3 - Estudantes e técnicos preparando as amostras de alimentos para serem enviadas ao laboratório especializado

Fonte: Acervo das autoras (2022).

As escritas produziram textos comunicam nas mídias locais e em eventos da área de Educação em Ciências e Iniciação Científica (Figura 4).

4 Subproduto da indústria da mineração no processo de britagem.

Figura 4 - Estudantes e especialista educacional comunicando os textos escritos a partir da pesquisa realizada, em mídia local e evento da área da Educação em Ciências

Fonte: Acervo das autoras (2022).

A trilha pedagógica compartilhada sugere que na escola o lugar do ensino pode e deve ser o lugar da aprendizagem. As estratégias de ensino necessitam priorizar a aprendizagem de modo que esta traduza a intencionalidade pedagógica no fazer docente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS (por meio de um relato reflexivo do percurso trilhado pelas autoras)

As linhas indicando o fim do percurso trilhado pelas autoras para elaboração deste texto, instigam reflexões que o projetam para além do ponto final. Muitos aspectos da condição de especialistas educacionais foram abalados, convidando as autoras a, cada vez mais, serem investigadoras de suas práticas, serem companheiras dos estudantes, oportunizando o diálogo pedagógico. Chega-se até aqui muito mais feliz quando do começo, pedindo interlocução a partir de algumas impressões e sensações que permitiram considerar algumas possibilidades.

A discussão acerca do problema educacional de como as pessoas aprendem ilumina a possibilidade de:

a) implantar novas metodologias e redefinir as bases curriculares;
b) revisar e organizar conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, oportunizando a participação de especialistas educacionais e estudantes, observando e

desafiando os aprendizes por meio de problemas emergentes da realidade local, na qual as relações com o cotidiano dos mesmos serão valorizadas;

c) possibilitar e instigar especialistas educacionais na investigação das práticas e concepções, considerando os momentos metodológicos propostos pela Educação 4.0.

No desenrolar das reflexões aqui apresentadas, as autoras, ratificam a importância da revisão conceitual à luz de uma teoria que sustente suas crenças e proposições educacionais e desta ser dialógica o bastante a fim de interagir com outros interlocutores. O diálogo com autores pesquisadores ao longo do texto, elucidou que, cada termo apresenta significações particulares as quais exigem um posicionamento conceitual por parte dos sujeitos, buscando coerência em suas proposições.

Fica evidente, em todos os momentos apresentados, a necessidade do olhar cuidadoso para com a formação dos especialistas educacionais, inicial e continuada, que favoreça a (re)definição de valores acerca do processo de aprendizagem e, consequentemente, do processo de ensino.

Uma vez que as proposições de novos olhares para o Ensino de Ciências são desafiadoras e ainda tímidas, espera-se que as reflexões apresentadas se constituam em uma fonte para provocar, instigar e desacomodar a prática de especialistas educacionais, inclusive das autoras, contribuindo para a diminuição das lacunas na (re)significação do conhecimento dessa área.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**: volume 2. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2013.

ANDRÉ, M. **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátamo Edições Técnicas, 2003. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge, 2000.

BAGNO, M. **Pesquisa na escola**: o que é, como se faz. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

BIZZO, N. **Metodologia de ensino de biologia e estágio supervisionado**. São Paulo: Ática, 2012.

CARVALHO-NETO, C. Z. **Educação 4.0**: princípios e práticas de inovação em gestão e docência. São Paulo: Laborciência, 2018.

COLL, C., POZO, J. I., SARABIA, B., VALLS, E. **Os Conteúdos na Reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artmed, 2000.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. *In:* ALEIXANDRE, M. P. J.; CAAMAÑO, A.; OÑORBE, A.; PEDRINACE, E.; PRO, A. **Enseñar ciencias**. Barcelona: GRAÓ, 2010.

KRIPKA, R. M. L.; QUADROS, E. L. L.; OLIVEIRA, R. A. P.; RAMOS, M. G. Educação em Ciências e Matemática: a função da linguagem no contexto da sala de aula. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, e2657, 2017.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

OÑORBE, A. Resolución de problemas. *In:* ALEIXANDRE, M. P. J.; CAAMAÑO, A.; OÑORBE, A.; PEDRINACE, E.; PRO, A. **Enseñar ciencias**. Barcelona: GRAÓ, 2010.

SIEMENS, G. **Conectivismo:** Uma teoria de aprendizagem para a idade digital. Disponível em: http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/conectivismo[siemens].pdf. Acesso em: 15 jun. 2020.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, n. 13, jan./abr. 2000.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

3 O ENSINO DE CIÊNCIAS EM TURMAS MULTISSERIADAS: A EXPERIÊNCIA COM O MATERIAL PARADIDÁTICO SOBRE ADAPTAÇÃO DOS SERES VIVOS

Namyna Fagna de Souza[1]
Fábio Augusto Rodrigues e Silva[2]

1 INTRODUÇÃO

Quando iniciamos a pesquisa que será apresentada neste capítulo, tínhamos algumas motivações bem específicas relacionadas ao contexto educacional que originou o interesse da primeira autora neste projeto de investigação em ensino de ciências. No caso, ela trouxe para as nossas conversas iniciais, as suas angústias como educadora que já tinha trabalhado com turmas multisseriadas em escolas de cidades do interior de Minas Gerais. Essas turmas são o resultado de um processo de unificação de estudantes independentemente dos níveis de aprendizado em uma mesma sala/classe (MEDRADO, 2012), e com essa organização o professor tem de lecionar para sujeitos que estão em anos diferentes. Parente (2014, p. 59) identifica que:

> [...] a multisseriação é uma prática que incomoda. E vem incomodando cada vez mais porque é a partir dela que são expostos muitos dos históricos problemas

1 Professora da Universidade Federal de Ouro Preto, Rua Professor Paulo Magalhães, 122, Bauxita, Ouro Preto, MG, 35400-000. Contato: namynafagna@bol.com.br

2 Professor do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Rua Professor Paulo Magalhães, 122, Bauxita, Ouro Preto, MG, 35400-000, Universidade Federal de Ouro Preto. Contato: fabogusto@gmail.com

> educacionais: escassa infraestrutura material, pedagógica, administrativa e de recursos humanos; condições precárias de trabalho e de formação docente.

Essa unificação é adotada em escolas que têm classes com um número reduzido de alunos, e em Minas Gerais, para os anos finais do Ensino Fundamental. Recomenda-se que as turmas sejam unidas da seguinte forma: os 6º e 7º anos e com 8º e 9º anos. Habitualmente para lidar com essas turmas, os professores, como prática corriqueira, dividem a turma e o quadro-negro, por exemplo: de um lado da sala, ficam os alunos do sexto ano e do outro lado, os alunos do sétimo ano. No quadro-negro, em determinado lado correspondente ao ano, o professor registra a matéria que deve ser ensinada a cada grupo de alunos. Essa divisão imaginária é algo que consideramos pouco produtiva, quase esquizofrênica. Em nossas primeiras conversas, adotamos como princípio, que ilustrava as nossas inquietações com essa situação peculiar, a seguinte questão: como vamos apagar essa linha que divide a lousa?

A ideia era promover um ensino de ciências que integrasse a turma, composta por alunos de anos diferentes, em torno de um tema abrangente e importante para a educação científica. Mas, qual seria o tema? Este capítulo faz parte de um recorte de dissertação de mestrado profissional desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Ouro Preto (MPEC/UFOP), na linha de pesquisa de Ensino-aprendizagem e desenvolvimento de recursos didáticos. Portanto, outro passo foi necessário: a definição de um produto educacional, como é exigido em uma pesquisa de mestrado profissional.

2 CONTEXTO DA PESQUISA

A definição por um produto educacional nos fez trilhar alguns caminhos até a sua elaboração/concepção. Um dos primeiros passos envolveu a escolha do tema que nos exigiu um estudo da proposta curricular do Estado de Minas Gerais para o 6º e 7º ano do Ensino Fundamental (MINAS GERAIS, 2006) e a realização de um mapeamento dos conteúdos que são exigidos nas duas séries. A partir desse estudo, definimos que trabalharíamos o tema "adaptação" que é encontrado no documento curricular como exigência para o 6º ano no Eixo Temático "Ambiente e vida" com o Tema 1: Diversidade da Vida nos Ambientes.

Esse tema deve permitir o desenvolvimento da seguinte habilidade: “Reconhecer a adaptação como um conjunto de características que aumentam as chances de sobrevivência dos seres vivos”.

Por sua vez, nos parâmetros que dizem respeito ao 7º ano, no mesmo Eixo Temático “Ambiente e vida”, temos o mesmo tema: Diversidade da Vida nos Ambientes que se pretende desenvolver a habilidade: “Reconhecer alguns padrões adaptativos de grandes grupos de animais por meio de exemplares, com ênfase nas relações entre as estruturas adaptativas e suas funções nos modos de vida do animal em seu ambiente”. Com a demarcação do tema, foi definida a produção de um material paradidático que poderia ser utilizada como suporte para aulas de ciências acerca da adaptação dos seres vivos. Esse paradidático foi construído a partir de uma página da internet denominada Pixton®[3] que propicia a construção de histórias em quadrinhos com edição de personagens, cenários e inserção de diálogos em balões. Desenvolvemos uma história que tentava dialogar com a realidade dos alunos, a partir de situações envolvendo uma escola localizada no interior de Minas Gerais e com exemplos de adaptações referentes a diferentes animais que fazem parte do cotidiano desses sujeitos. Por isso, procuramos construir um enredo que abordava as características e hábitos de galinhas, tatus, falsa-coral, peixes, bichos-preguiça, besouros rola-bosta, tamanduás e tanajuras. Almejávamos proporcionar um recurso com uma narrativa interessante e rica em experiências para cativar e mobilizar memórias e vivências dos estudantes leitores, como se espera de um material paradidático (PRECIOSO; SALOMÃO, 2014; LAGUNA, 2018).

Nesse momento é importante destacar que estabelecemos como referencial teórico e metodológico a Teoria Ator-Rede (TAR) desenvolvida por Bruno Latour e outros pesquisadores (LATOUR, 2012). A TAR assume uma perspectiva analítica que, para se compreender os processos sociais, necessitamos investigar uma heterogeneidade de elementos humanos e não-humanos, preocupados em entender como eles se associam e como essas associações estabilizam o social. Nesse sentido, essa teoria nos permitiu descrever e analisar uma prática sociomaterial de ensino e aprendizagem (COUTINHO *et al.*, 2014) em uma turma multisseriada a partir da inserção de um paradidático sobre adaptação dos seres vivos.

3 Esse programa pode ser acessado no link: https://www.pixton.com/br/. Ele permite a criação de história em quadrinhos de forma online. Não é um serviço gratuito, portanto é necessário adquirir uma licença.

3 A TEORIA ATOR-REDE: UM REFERENCIAL PARA ESTUDOS SOBRE APRENDIZAGEM CIENTÍFICA

A TAR pretende estudar a modernidade, de modo bem diferente do que fazem os chamados de "modernos" por Latour (1994). Latour indica que os "modernos", ou melhor, a ciência moderna se dedica aos processos de purificação. Um trabalho prático e discursivo de divisão entre natureza e cultura, pessoas e coisas, o que invisibiliza os híbridos que povoam o mundo. Uma separação artificial que impossibilita entender as interações complexas entre as entidades do mundo, que muitas vezes carregam uma dupla face: humana e não humana, natureza e social (LATOUR, 2000).

Para superar essas divisões, tal teoria assume como um dos seus pressupostos o Princípio de Simetria que foi proposto por David Bloor (FREIRE, 2006) que permite entender a modernidade e seus processos estabelecendo que, tanto a natureza quanto a sociedade, deveriam ser explicadas a partir de um quadro comum e geral de interpretação. Tonelli (2016, p. 384) interpreta que:

> A partir da simetria generalizada é possível entender um pressuposto fundamental da TAR, relacionado com a recusa em perceber o mundo por meio de divisões entre polos distintos com qualidades intrínsecas. A simetria permite perceber que o mundo, a realidade e todas as entidades atuantes são produto de relações, fabricações e construções intermináveis, em que o objetivo e o subjetivo se misturam e se transformam. Cada entidade (por exemplo, um ministro de Estado, a pesquisa espacial, uma rede social, um computador ou a própria TAR) é marcada por um atributo imprescindível: o hibridismo entre humanos e não humanos. Não há como isolar características de um ou de outro.

Em estudos Teoria Ator-Rede empregamos o termo "actantes" para identificar as entidades que povoam o mundo, ou seja, os humanos e não-humanos, todos com agência e com a possibilidade de serem representados. Eles são definidos pelo conjunto de suas relações, resultados de suas interações e conexões a outros actantes, portanto não procuramos compreendê-los de forma isolada (HARMAN, 2009) e, em análises que se caracterizam por uma descrição densa, podemos qualificá-los como mediadores ou intermediários (LATOUR, 2012). Os actantes mediadores seriam aqueles capazes de mediar algo e transformar outras entidades, enquanto os intermediários seriam aqueles que mediam, mas não transformam outros actantes. Os actantes mediadores são identificados pelos rastros que deixam por sua ação.

Ao se conectar, os diferentes actantes formam "redes" que se remetem a fluxos, circulações e alianças, cuja implicação de todos esses elementos tem a mesma importância, realizando ou sofrendo algum tipo de interferência (FREIRE, 2006). As redes são heterogêneas e congregam os humanos e não-humanos propiciando alguma ação. As interações ou o trabalho que os actantes realizam quando se associam e fazem parte de uma rede são denominadas de "translações". As translações são capazes de proporcionar mudanças, deslocamentos, associações e também potencializam a criação de novos vínculos (LATOUR, 2012).

Quando estudamos uma situação de ensino e aprendizagem e incorporamos a TAR, consequentemente, abrangemos a materialidade, como um elemento fulcral a uma investigação educacional, nos propomos a lançar novos olhares para compreender: quem são os estudantes, professores, atividades de aprendizagem, espaços, textos que se aliam e conectam. A partir da identificação desses actantes podemos delinear o trabalho de alianças e arregimentação de entidades, as translações, e que nos propicia descrever uma rede de associações que produz uma ação. Todos esses elementos, portanto, não existem *a priori* e sim emergem como efeitos de conexões e ações (COUTINHO; VIANA, 2019), e um dos efeitos da inserção de um paradidático em aulas de ciências que pretendíamos estudar é a aprendizagem.

Para Melo (2011), ao estudar a aprendizagem a partir da TAR, assumimos a complexidade desse fenômeno resultante de diversos fatores que atravessam a vida dos seres vivos. Em nossa vida, interagimos com uma multiplicidade de entidades que encontramos nas mais diferentes circunstâncias e essas associações nos permitem enfrentar aos desafios impostos para sobrevivermos. Essas associações nos transformam e nos tornam mais articulados, mais amplos, e porque não dizer mais aptos a sermos afetados por outros actantes que podem nos ajudar a perceber mais as diferenças existentes (LATOUR, 2004).

Diante do que foi abordado anteriormente, acreditávamos que o nosso referencial teórico e nosso produto educacional trariam boas contribuições para o ensino de ciências em turmas multisseriadas. Afinal, trazemos uma sociologia das ciências que reforça a necessidade de se pensar um ensino preocupando-se com os híbridos que povoam o mundo e que, portanto, não se preocupa em distinguir questões sociais de questões tecnocientíficas (COUTINHO *et al.*, 2014), ou seja, não se restringe às divisões artificiais impostas pela modernidade. Esses pressupostos reforçam a nossa convicção que, mesmo em turmas multisseriadas,

podemos trabalhar o conteúdo programático, sem criar distinções desnecessárias com a divisão de temas e dos sujeitos de cada ano do ensino fundamental.

Outro ponto importante é que pensávamos que o paradidático seria o material que propiciaria uma hibridação de assuntos, interesses e curiosidades. Um recurso educacional abordando actantes presentes na vida dos alunos, poderia expandir a rede para gerar uma maior percepção acerca dos outros seres vivos e uma maior compreensão acerca do processo que toda a biodiversidade está sujeita: a adaptação (Figura 1).

Figura 1 - Desenvolvimento do produto educacional

Material complementar para as aulas de ciências em turmas multisseriadas → Material lúdico → Tema: Adaptação dos seres vivos

Retratar adaptações do ecossistema local → Estimular os discentes a identificarem adaptações presentes em outras espécies da região → Relacionar o conteúdo com a realidadde local

Paradidático sobre adaptação dos seres vivos para turmas multisseriadas

Fonte: Souza (2019).

Nesse sentido, o paradidático foi desenvolvido para se constituir como um elemento, afetando os estudantes (COUTINHO *et al.*, 2017), que expandiriam os seus olhares para o mundo e perceberiam de forma diferenciada as características e hábitos de diferentes animais. Dessa forma, consideramos esse produto educacional como um “móvel mutável” (LATOUR, 2000), um objeto que estabilizou

processos de translação e que propiciaria guiar os estudantes a uma articulação com o ambiente que os circundam. Entretanto, em um estudo ator-rede, temos que nos permitir a ser surpreendidos, como veremos posteriormente.

4 CONSTRUINDO UM ESTUDO TEORIA ATOR-REDE

Com a definição do tema e a construção do paradidático, dedicamo-nos a desenvolver o nosso trabalho de pesquisa aplicada em uma turma multisseriada de uma escola pública estadual, localizada em um distrito pertencente a um município da região leste de Minas Gerais. Essa escola tem turmas do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) e do Ensino Médio (1º ao 3º ano). É uma escola pequena, com pouco alunos e funcionários, encontra-se situada em uma região aparentemente rural, mas a instituição é categorizada como "escola urbana" por critérios demográficos estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Isso se deve ao fato de que o distrito conta com acesso a diferentes serviços básicos de saúde, agência de correios e estabelecimentos comerciais e comunitários.

Nessa escola, a pesquisa foi realizada em uma turma multisseriada que contava com 12 alunos. Desses, 9 participaram das atividades que envolveram o uso do paradidático. O professor de ciências da turma é licenciado em Ciências Biológicas, afirmava que se preocupava com os problemas relacionados à multisseriação e acreditava que novas metodologias e materiais poderiam contribuir para modificar os seus processos de ensino. Para a preservação das identidades, esses sujeitos foram identificados por pseudônimos.

A primeira autora e o professor de ciências da turma elaboraram um planejamento de aulas para o trabalho com o paradidático.

Quadro 1 - Cronograma da Coleta de dados

ETAPA	Nº DE AULAS	TAREFA REALIZADA
1ª etapa	1	Atividade diagnóstica sobre o conteúdo adaptação.
2ª etapa	1	Leitura do paradidático
3ª etapa	1	Produção textual.

Fonte: Os autores (2022).

Na primeira aula, o professor Diogo[4] começou falando aos alunos sobre o conteúdo "Adaptação dos seres vivos" de forma bem geral com intuito de fazer uma introdução ao tema. Nessa aula, os alunos realizaram uma atividade diagnóstica com questões gerais sobre a compreensão e percepção do processo de adaptação e sua importância para os seres vivos. Na segunda aula, ocorreu a leitura e discussão sobre o paradidático. O material foi apresentado e cada aluno recebeu um exemplar para realizar a leitura individual (Figura 2).

Figura 2 - Exemplo de quadrinhos do paradidático "Adaptação dos seres vivos"

Fonte: Souza (2019).

Na terceira aula, foi solicitada a produção de um texto. Eles receberam um roteiro que pedia que escrevessem uma história sobre um ser vivo da região em que viviam e que teria uma adaptação interessante. As três aulas foram devidamente registradas por filmagens, fotografias e um caderno de bordo. Dessa maneira, os acontecimentos, falas de alunos e do professor puderam ser utilizados na análise dos dados.

4 Todos os sujeitos da pesquisa foram identificados com nomes fictícios.

Como afirmado anteriormente, utilizamos a TAR visando compreender as interações entre os diferentes actantes, e a partir daí podermos falar sobre como os processos de ensino e aprendizagem estudados foram desenvolvidos (COUTINHO; VIANA, 2019), ou seja, como os diferentes elementos se associaram e realizaram determinada ação. Procuramos identificar quem atua e como atua, ou seja, que mobilizações, movimentos e articulações são promovidos por uma assembleia de entidades humanas e não humanas. Essa identificação nos permitiu responder as questões sobre o "que" e "como", e suas próprias respostas contribuem para produzir teorias sobre a realidade e o conhecimento (SØRENSEN, 2010). Para esse processo de análise, utilizamos dois importantes conceitos: participação e performatividade.

O conceito de participação nos habilita a fazer perguntas sobre como os actantes atuam em determinada situação, e para isso, precisamos segui-los e observá-los (LATOUR, 2012). Além disso, propicia entender como eles oferecem meios para que alguns outros actantes também participem. O segundo conceito, o de performatividade, permite questionar o que é realizado a partir de um arranjo de humanos e não humanos que são tratados de forma igualitária. Não estamos interessados em representações abstratas da realidade, mas entender como os entrelaçamentos de actantes criam condições de produção de determinado estado do mundo (BARAD, 2007).

Essa análise latouriana implicou um trabalho exaustivo de descrição realizado pelos pesquisadores, sobre qual iremos informar o resultado por meio de uma narrativa que nós construímos (LATOUR, 2012) e que nos permitiu traçar redes. Em nossas pesquisas, essas redes se referem aos actantes e associadas que estão relacionadas a práticas sociomateriais que se relacionam a processos de ensino e aprendizagem de ciências. Ao trabalhar os nossos dados, procuramos mapear os actantes que conseguimos rastrear em cada aula e narrar sobre o que percebíamos sobre a contribuição de cada um na performance na rede.

5 A NARRATIVA SOBRE A EXPERIÊNCIA

Nesta seção, apresentaremos o nosso relato para oferecer aos leitores explicações sobre as associações mobilizadas na situação de ensino que propiciamos

com a intenção de introduzir o paradidático como um objeto educacional diferenciado nas aulas de ciências de uma turma multisseriada.

No primeiro momento, tivemos os procedimentos de entrada e organização da sala de aula. Como habitual, muitos ruídos e muita movimentação por parte dos alunos do sexto/sétimo ano e de outras turmas da escola. Antes do início das atividades, a diretora da instituição fez uma fala para solicitar empenho e bom comportamento da turma, pois tal turma era considerada como muito indisciplinada pelos seus professores. O professor Diogo assumiu a condução da aula e orientou os alunos para se sentarem em uma disposição que facilitaria a filmagem das atividades da turma.

Logo, no início da aula, avaliamos que os alunos estavam tímidos, mais quietos do que esperávamos. Com a turma organizada, o professor Diogo iniciou a sua exposição sobre o conteúdo adaptação dos seres vivos, buscando sempre interagir com os alunos. Ele começou falando sobre a importância da cadeia alimentar e sobre diversas interações entre os seres vivos. Um aluno, Marcelo, se mobilizou e procurou responder sempre as questões propostas.

O professor finalizou a sua exposição e entregou o questionário aos alunos e solicitou que o respondessem. Esperava-se que o professor utilizasse essas questões como um suporte para aguçar e abordar alguns tópicos importantes sobre o conteúdo, mas isso não ocorreu. Entretanto, Marcelo foi trazendo questões sobre alguns organismos: como era a reprodução do tatuzinho de jardim e também o porquê de o cocô das lagartixas terem uma parte esbranquiçada. Os alunos terminaram o preenchimento e começaram a conversar sobre o que cada colega tinha respondido.

Ao analisar os questionários preenchidos observamos que a maioria dos alunos respondeu todas as questões, mas não da maneira esperada, pois almejava-se que eles articulassem e utilizassem termos relacionados ao conteúdo e que foram expostos pelo professor. Destacamos que dois dos nove alunos presentes apresentaram alguma resposta mais próxima do conhecimento científico escolar quando indagados sobre o que compreendem sobre o conceito de adaptação. É o caso de Michele e Marcelo:

> Michele: Como os seres vivos sobrevivem na natureza.
>
> Marcelo: Que o ser vivo possa viver mais se tiver interação com o ambiente em que vive.

Conforme se observa na resposta, Michele indicou a relação entre a sobrevivência no ambiente e adaptação. Marcelo indicou também a relação esperada entre adaptação e sobrevivência, e trouxe para a sua resposta a ideia de interações, o que pode ser justificada pela exposição do professor que optou pela utilização dos exemplos de associações entre seres vivos.

Em nosso mapeamento de actantes, podemos identificar os seguintes elementos: pesquisadora, professor, diretora, alunos, equipamentos de filmagem e gravação, disposição da sala de aula, ruídos e atividade diagnóstica que estabeleceram a rede performada a partir do desenvolvimento da primeira aula. Essa identificação nos permitiu descrever as translações entre os actantes. Para esse tipo de análise, inspiramo-nos em trabalhos de Faria e Coutinho (2015), Allain (2015) e Santos (2017) cujos resultados se dedicam, por meio das associações e desvios, em evidenciar as mobilizações percebidas nas situações pesquisadas. De forma semelhante a Santos (2017), consideramos como associações quando constatamos que os actantes participam favorecendo o que esperávamos quando planejamos as atividades. Já quanto aos desvios, indicam quando os actantes participaram promovendo algo que não se aproximava das nossas expectativas. Alguns desses desvios revelaram ações inesperadas e, portanto, passamos a considerá-los como novas associações.

Em nossa análise da rede sociomaterial dessa primeira aula, podemos evidenciar que entre os actantes que transladaram desvios se destacaram os ruídos, algo normal em uma escola, e que atrasou um pouco o início das atividades, principalmente porque houve a necessidade de alterar a disposição das carteiras para favorecer a filmagem. A interação alunos/professores/filmadora/gravador/pesquisadora também pode ser percebida como um desvio, afinal os equipamentos e a pesquisadora são novos actantes presentes nas aulas daquela escola. Esperávamos que os alunos se mobilizassem com uma participação mais ativa com o tema da aula e com professor, no entanto a presença de novos elementos pode ter contribuído para uma performance de inibição por parte da turma que era considerada bem agitada. Percebemos que, até para o professor, essas interações tiveram um efeito, pois em sua fala, ele demonstrou certo nervosismo. A presença da diretora na sala para fazer recomendações à turma, pode ter trazido mais um elemento que contribuiu para uma performance mais inibida da turma. Portanto, temos alguns elementos que interditaram a nossa expectativa inicial que era de que a maioria dos alunos mobilizassem actantes externos a sala de aula, como exemplos de animais e

plantas, e dessa forma, favorecessem um processo de ensino e aprendizagem mais situado e que promovessem mais articulações com o mundo (MELO, 2011; COUTINHO *et al.*, 2014) e mais afetações (COUTINHO *et al.*, 2017).

Nesse momento de exposição pelo professor, emerge um mediador importante que nos faz centrar o olhar e se constitui, para nós, como um actante focal, ou seja, algo ou alguém que participa de maneira bem diferente nessa configuração e que propicia novas articulações na rede: o aluno Marcelo. Ao assumir uma ação mais dialógica, esse aluno conversa com o professor e traz do mundo diferentes exemplos de animais da região que propiciam romper as paredes da sala de aula (COUTINHO *et al.*, 2014) e oportuniza junto com o professor a expansão de uma rede que agrega novos actantes, tais como: os tatuzinhos de jardim e as lagartixas.

No momento da aula que envolveu a avaliação diagnóstica, percebemos novos desvios que se deram entre a tarefa/alunos/professor. Os alunos demonstraram dificuldades de leitura, de escrita e o professor não utilizou as questões para dialogar com a turma, conforme o planejamento. Muitas respostas dos alunos se mostraram desconexas, algumas difíceis de serem lidas e analisadas. Entretanto, quando terminaram de responder e lhes foi informado que a aula do dia tinha acabado, os alunos se mobilizaram para comentar as suas respostas. Algo que pode ser bem frequente em turmas do ensino fundamental, quando percebemos que os estudantes se sentem mais à vontade para verbalizar o conhecimento mobilizado do que registrá-lo por escrito (COURA, 2016).

No segundo dia de aula, para iniciar a atividade, a pesquisadora apresentou o paradidático por dez minutos[5]. Cada aluno recebeu um exemplar para ler individualmente e a maioria realizou esse processo em aproximadamente quarenta minutos. A leitura foi acompanhada pelo professor e pela pesquisadora para esclarecer dúvidas e orientar os alunos. Durante toda a aplicação apenas um único questionamento foi feito por Marcelo, que perguntou sobre a sigla IBAMA. Com relação a essa atividade, identificamos os seguintes actantes: a pesquisadora, o professor, os alunos e o paradidático. Como não houve uma discussão acerca do conteúdo da história, não temos muitos elementos sobre como os diferentes actantes se comportaram nesse momento. Podemos considerar que houve uma associação entre os actantes presentes e que se performou

5 O produto educacional está disponível no repositório da UFOP: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11948/2/PRODUTO_Adapta%c3%a7%c3%a3oSeresVivos.pdf.

uma atividade de leitura adequada, ou que o paradidático estabeleceu as alianças esperadas por nós.

Como o paradidático foi pensado como um ponto de passagem obrigatório (LATOUR, 2000) para a situação de ensino e aprendizagem engendrada, precisamos abrir esse artefato sociotécnico (SANTOS *et al.*, 2016) para a melhor compreensão de nossos próximos resultados. Anteriormente, dizemos que procuramos construir uma história que evidenciasse características adaptativas de animais que podem ser encontrados na região em que fica localizada a escola e que se constituiria um móvel mutável para articular mais os estudantes ao ambiente.

A história do paradidático se inicia acompanhando um garoto muito curioso que faz as suas questões sobre as galinhas e suas adaptações do sistema digestório e excretor para a sua mãe. No outro dia, é o retorno das férias na escola, o professor de ciências se apresenta e cria um contexto para que os alunos falem sobre alguma observação interessante e uma das crianças diz que viu um tatu. O professor aproveita essa fala e discorre acerca das espécies de tatus e as diferentes características adaptativas entre esses animais. Esse personagem introduz o fenômeno do mimetismo como uma característica adaptativa frequente e exemplifica com a falsa-coral e com uma espécie de gafanhoto. O professor também apresenta e explica algumas características de peixes que lhes permitem a sobrevivência em ambientes aquáticos. Em uma aula de educação física, os alunos conversam sobre o bicho-preguiça, e na próxima aula de ciências, trazem essa discussão para a sala. O professor aproveita o contexto e traz mais informações sobre as espécies extintas e atuais de preguiças. Ele passa uma tarefa de pesquisa como dever de casa sobre o besouro rola-bosta e as informações trazidas pelos personagens são discutidas na próxima aula. Por último, ele aborda sobre os tamanduás.

A última aula consistia na atividade de produção textual pela qual cada aluno escreveria uma história sobre um ser vivo da região que tem uma adaptação interessante. Os registros escritos nos trouxeram elementos interessantes para a nossa análise. Em algumas redações, os alunos escolheram galinhas, tamanduás, tatus, animais que foram abordados na história do paradidático. E em outras redações, aparecem tatuzinhos de jardim, lagartixas que foram actantes mobilizados por Marcelo em sua interação com o professor Diogo.

Nesses registros, a interação entre pesquisadora/professor/paradidático, que era esperada como uma associação, foi ampliada pela participação diferenciada do aluno Marcelo. Em textos de colegas encontramos rastros de actantes que foram mobilizados por Marcelo em sua interação com o professor. O aluno, morador da região, que vive mais próximo do campo, em contato com vários seres vivos, se sentiu autorizado a falar por estes actantes, como um “diplomata”.

Em Stengers (2005), encontramos que o diplomata é algo ou alguém que lida com conflitos e busca construir consensos para uma paz momentânea, pois o encontro entre mundos gera conflitos e desestabilizações. Esses conflitos e desestabilizações seriam causados pela incompreensão sobre o outro, sobre as diferenças que nos distanciam, mas que nos constituem. O diplomata pode dar voz às diferentes entidades que são importantes para propiciar uma conversa mais produtiva, principalmente às que se encontram marginalizadas ou invisibilizadas. Estimulado pela participação do professor, das questões da atividade diagnóstica e do paradidático, Marcelo toma parte das atividades articulando os actantes da prática sociomaterial da sala de aula com elementos de sua vivência que transladados para a sala de aula contribui para estabelecer um ambiente de aprendizagem comum compartilhado por alunos que são de diferentes anos do ensino fundamental.

Como um diplomata, Marcelo se associa aos diferentes actantes, e propicia que a rede performe uma nova ação que, em um momento bem recortado de uma rede de história bem complexa, mostra que é possível apagar as divisões em turmas multisseriadas e promover um ensino de ciências menos fragmentado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do capítulo, procuramos trazer um estudo Teoria Ator-Rede que incorpora aportes teóricos e analíticos que nos permitiram desenvolver um produto educacional e um planejamento de ensino para uma turma multisseriada. Em nosso propósito principal, procurávamos entender esse contexto peculiar de ensino e aprendizagem e apresentar uma proposta que eliminasse as divisões artificiais entre estudantes de anos diferentes. Uma proposta adequada ao currículo de ensino de ciências do ensino fundamental, mas que não se delimitava.

Com um conceito importante para a educação científica – adaptação – e um material paradidático que buscava informar e entreter, nós nos munimos de algumas expectativas quanto ao processo de aprendizagem. Ao identificarmos os actantes mobilizados, percebemos como as diferentes alianças entre humanos e não humanos nos possibilitaram estabelecer um ambiente de aprendizagem comum e que se expande pela participação diferenciada do paradidático e de um aluno. Um aluno que encontrou a possibilidade de trazer os seus interesses, vivências e curiosidades e deu outro sentido às ações na sala de aula e redirecionou o nosso olhar acerca de nossa análise.

Ressaltamos que a nossa análise reforça o caráter híbrido, evidenciando as interações entre humanos e não humanos que acontecessem nas salas de aula. Acreditamos que a compreensão das atividades de ensino, como práticas sociomateriais, potencializa estudos que se preocupam com as performances de diferentes objetos e sujeitos e pode nos oferecer uma abordagem menos mentalista para os processos de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BARAD, K. **Meeting the universe halfway**. Durham: Duke University Press, 2007.

COURA, M. I. M. C. **Atuação do PIBID Ciências em uma sequência didática investigativa sobre Alquimia**. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

COUTINHO, F. A.; GOULART, M. I. M.; PEREIRA, A. F. Aprendendo a ser afetado: contribuições para a educação em ciências na educação infantil. **Educação em revista**, Belo Horizonte, v. 33, e155748, 2017.

COUTINHO, F. A., RODRIGUES E SILVA, F.A., MATOS, S. A., SOUZA, D.F. LISBOA, D. P. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, **SBEnBio**, v. 7, p. 1930-1942, 2014.

COUTINHO, F. A.; VIANA, G.M. **Teoria ator-rede e educação.** Curitiba: Appris, 2019.

FREIRE, L. de L. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 26, p. 46-65, jan./jun., 2006.

HARMAN. G. **Prince of networks**. Bruno Latour and metaphysics. Melbourne: Re. Press, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 84p. ISSN 1517-1450; n. 11. ISBN 978-85-240-4421. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/rural_urbano/. Acesso em: 01 de fev. de 2020.

LAGUNA, A. G. J. A contribuição do livro paradidático na formação do aluno leitor. **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, São Paulo, n. 2, p. 43-52, ago. 2012. ISSN 2316-3852.

LATOUR. B. **Jamais fomos modernos:** ensaio de Antropologia Simétrica. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994. 152 p.

LATOUR, B. **Ciência em ação:** como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: UNESP, 2000.

LATOUR, B. How to Talk About the Body? The Normative Dimension of Science Studies. **Body & Society**, Califórnia, Sage, v. 10, n. 2-3, p. 205-229, 2004.

LATOUR, B. **Reagregando o social**. Salvador: UFBA, 2012; Bauru, São Paulo: Edusc, 2012. 400 p.

MEDRADO, C.H.S.; Prática pedagógica em classes multisseriadas. **Revista Eletrônica de Culturas e Educação**, n. 6, v. 2, p. 133-148, Ano III, set./dez. 2012.

MELO, M. F. A. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da Teoria Ator-Rede. **Educar em Revista**, v. 39, p. 177-190, 2011.

MINAS GERAIS. Centro de Referência do Professor. **Currículo Básico Comum (CBC)** – Minas Gerais, 2006.

PARENTE, C. M. D. Escolas Multisseriadas: a experiência internacional e reflexões para o caso brasileiro. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.** [online], 2014, vol. 22, n. 82, p. 57-88.

PRECIOSO, N. L.; SALOMÃO, S. R. Leitura em aulas de ciências: a contribuição dos livros paradidáticos. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, SBEnBio, v. 7, p. 5969-5977, 2014.

SANTOS, V. M. F.; COUTINHO, F. A.; RODRIGUES E SILVA, F.A. A proposta teoria ator rede para a construção de sequência didática. *In:* **Sequências didáticas***:* propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas. Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2016. p. 9-16.

SANTOS, F. C. **Sequência didática para o ensino fundamental:** trilhas para investigar a aprendizagem em ambientes naturais e urbanos. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SØRENSEN, E. **The materiality of learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

SOUZA, N. F. **Paradidático sobre a adaptação dos seres vivos:** um material construído para o Ensino de Ciências em turmas multisseriadas. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

SOUZA, N. F.; SILVA, F. A. R. **Adaptação dos seres vivos.** Ouro Preto, 2019. p. 29. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11948/2/PRODUTO_Adapta%c3%a7%c3%a3oSeresVivos.pdf. Acesso em: 15 de set. de 2021.

STENGERS, I. The Cosmopolitical Proposal. *In:* LATOUR, B.; WEIBEL, P. (ed.). **Making Things Public**. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. p. 994-1.003.

TONELLI, D. F. Origens e afiliações epistemológicas da teoria ator-rede: implicações para a análise organizacional. **Cad. EBAPE.BR**, v. 14, n. 2, Artigo 9, Rio de Janeiro, abr./jun. 2016. p. 377-390.

4 PROMOVENDO SITUAÇÕES DE SALA DE AULA PARA QUE OS ESTUDANTES DESENVOLVAM PRÁTICAS EPISTÊMICAS

***Adriana de Oliveira Gomes*[1]**

***Fernando César Silva*[2]**

1 INTRODUÇÃO

Os objetivos do Ensino de Ciências têm-se modificado ao longo do tempo, visto que, atualmente, buscamos envolver os estudantes em processos investigativos que aproximem a cultura escolar da científica. Dessa forma, as estratégias e abordagens de ensino estão voltadas para o processo de construção dos conceitos e as práticas envolvidas, não mais, apenas o produto, que seria o conceito em si. Além disso, essa aproximação das culturas escolar e científica permite perceber que para um problema há diferentes maneiras de resolvê-lo, desde que baseado em fatos e evidências, favorecendo, assim, o respeito ao pensamento divergente. Considerando o momento que vivemos, por exemplo, dificuldade de conviver com pessoas que pensam diferente e negação dos fatos e evidências, é urgente pensar que o objetivo para o Ensino de Ciências também é formar pessoas responsáveis, sensíveis e humanas. Assim, o foco não está no conceito a ser discutido, mas na abordagem que favoreça o pensamento crítico e solidário.

Uma abordagem que temos trabalhado em nossas aulas e pesquisas é o ensino por investigação. Reconhecemos que existem diferentes entendimentos

1 Professora da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, Rodovia Papa João Paulo II, 4143, Bairro Serra Verde, Belo Horizonte, MG, 31630-900. Contato: aogquimica@yahoo.com.br

2 Professor Adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, 31270-901. Contato: fcsquimico@yahoo.com.br

sobre essa abordagem, mas há um consenso de que a proposição de um problema é essencial. No entanto, o problema por si só não garante o envolvimento dos estudantes mas, como sugerem McDonald e Kelly (2007), o desenvolvimento de práticas epistêmicas, como levantamento de hipóteses, planejamento para teste dessas hipóteses, construção de dados, elaboração de argumentos, avaliação das alegações de conhecimento, dentre outras, são necessárias para que a investigação ocorra e favoreça o diálogo na sala de aula. Nesse processo, múltiplas interações são estabelecidas entre os estudantes, professor, conhecimentos e materiais, contribuindo para alcançar os objetivos mencionados anteriormente. Como exemplo apresentaremos uma pesquisa que foi desenvolvida, no âmbito do Curso de Especialização em Educação em Ciências da Universidade Federal de Minas Gerais, em uma sequência de aulas de Química no Ensino Médio.

Muitos conceitos discutidos na Química parecem estar completamente desvinculados do cotidiano dos estudantes, como a solubilidade. Isso porque a abordagem, em geral, se baseia nos cálculos e memorização de equações matemáticas. A discussão sobre a diferença de solubilidade dos compostos não é abordada. A solubilidade dos compostos orgânicos, muitas vezes nem é mencionada, sendo discutida apenas no terceiro ano por meio da regra semelhante dissolve semelhante. Por que não abordar os compostos orgânicos na discussão de soluções no segundo ano? Temos a impressão de que os compostos orgânicos servem apenas para serem usados na classificação de cadeias carbônicas e regras de nomenclatura.

Quadros e colaboradores (2009) utilizaram o cotidiano dos estudantes para abordarem o conceito de solubilidade/miscibilidade, concluindo que muitos estudantes não conseguem relacionar o conhecimento escolar com as situações do cotidiano. Em outro estudo sobre solubilidade de compostos orgânicos, Gatti e colaboradores (2015) trouxeram as estruturas químicas das vitaminas para discutirem também sobre a polaridade. Diferentemente desses trabalhos encontrados na literatura, construímos uma sequência didática, com abordagem investigativa, para discussão da solubilidade de compostos orgânicos a partir de um texto sobre a morte de Vincent Van Gogh.

Vincent Van Gogh (1853-1890) foi pioneiro na arte expressionista, sendo que grande parte de sua produção mais conhecida ocorreu nos últimos dois anos de sua vida. Ele passou um longo período em uma clínica por causa de sua instabilidade mental. Tradicionalmente, a instabilidade e o suicídio de Van Gogh foram

atribuídos à bebida à base de licor de absinto. O absinto é um líquido verde com cheiro de anis, produzido a partir da destilação de uma mistura de álcool, ervas e água. O absinto contém moléculas, conhecidas como terpenos e terpenoides, com grandes anéis e cadeias hidrofóbicas, apresentando baixa solubilidade em água (COTTON, 2011).

Não é o escopo deste capítulo abordar a vida de Van Gogh, tampouco discutir o uso da biografia de personalidades no Ensino de Ciências. Nossa intenção é investigar se práticas epistêmicas, por meio do discurso escrito, podem ser mobilizadas pelos estudantes a partir da promoção de uma situação de ensino com uma abordagem investigativa.

2 SOBRE O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS

O ensino por investigação concebido como uma abordagem didática empodera o professor. Isso, porque ele não fica restrito a uma metodologia ou estratégia de ensino. No sentido de que a investigação só ocorre se for a metodologia ou estratégia planejada para aquela aula. O ensino por investigação é muito mais do que isso, ele está relacionado às formas de agir e interagir do professor (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015), que a todo momento problematiza, dá espaço aos estudantes para levantar e testar hipóteses, apresentar e concluir suas ideias, errar, argumentar, narrar etc. Essa atuação do professor faz com que o estudante participe durante o processo de ensino e aprendizagem, favorecendo a tomada de decisões, resolução de problemas (CARVALHO, 2013), sensibilidade, respeito ao pensamento divergente e responsabilidade.

De acordo com Solino e colaboradores (2015), a investigação é um processo aberto, desencadeado e condicionado às características do problema em análise, tendo intensa relação com conhecimentos já existentes e reconhecidos pelos estudantes. Assim, a sequência de ensino deve conter algumas atividades específicas para sua realização. De acordo com Carvalho (2013, p. 9), ela deve conter um "problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os estudantes no tópico desejado", permitindo que eles possam elaborar, testar suas hipóteses, apresentar e discutir suas ideias. Ainda de acordo com esta mesma autora, é necessário que "após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do

conhecimento seja construída pelos alunos" (p. 9) e a última atividade seria a contextualização do conhecimento, sendo essa uma atividade avaliativa não de caráter somativo, mas formativo.

Essa abordagem didática pode favorecer a imersão dos estudantes em processos de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento (KELLY, 2005; MCDONALD; KELLY, 2007). Isso ocorre porque ela permite a apreciação e avaliação de como processos epistêmicos podem se desenvolver no âmbito escolar, evidenciado a partir da oportunização do contato dos estudantes com conceitos e práticas das ciências nas disciplinas (SASSERON; DUSCHL, 2016). Dessa forma, o ensino por investigação pode promover situações de ensino que os estudantes desenvolvam práticas epistêmicas, pois eles possuem abertura para problematizar, levantar hipóteses, elaborar estratégias para resolução do problema, testar hipóteses, comunicar, argumentar e escrever (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015; CARVALHO, 2018). Essas ações relacionadas à proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento são chamadas de práticas epistêmicas (DUSCHL, 2002; KELLY, 2005).

Kelly e Licona (2018) apresentaram quatro características para o entendimento do conceito de práticas epistêmicas, pois elas são: i) interacionais, construídas entre os membros de um grupo por meio de processos discursivos, nos quais criam e definem o que conta como conhecimento; ii) contextuais, pois ocorrem na temporalidade e na territorialidade de contextos sociais enquadrados por normas culturais; iii) intertextuais, visto que se constroem a partir de discursos, sinais e símbolos, definidos por gêneros de comunicação socialmente reconhecidos, que são usados para propor, justificar, avaliar e legitimar alegações de conhecimento, e iv) consequenciais, situadas em instâncias de poder, pois as escolhas sobre o que conta como confiável, válido ou útil legitimam certas alegações de conhecimento.

Percebemos que as práticas epistêmicas se dão por meio das interações que são estabelecidas e possuem relação direta com o objetivo para as atividades propostas em sala de aula. Não temos a intenção de apresentar aqui um guia de práticas que possam ser mobilizadas pelos estudantes, mas dada a natureza da sequência proposta, e os objetivos propostos para ela, acreditamos que algumas práticas podem ser mais oportunizadas do que outras, tais como: elaboração de hipóteses, planejamento de investigação, realização de previsões, construção de dados, conclusão, explicação, dentre outras (SILVA, 2015a).

No entanto, o desenvolvimento das práticas epistêmicas depende do contexto situado de uso dos diversos discursos de determinado grupo (KELLY, 2011). Dessa forma, não podemos determinar quais práticas serão desenvolvidas nos diversos contextos escolares existentes no país. Até por que, conforme Kelly e Licona (2018, p. 145, *tradução nossa*), "como as práticas epistêmicas dependem do campo e do tempo (mudando devido aos desafios da produção de conhecimento), não há um conjunto limitado de práticas".

Existem diversos trabalhos abordando o ensino de ciências por investigação e as práticas epistêmicas, por exemplo, Nascimento, Silva e Freire (2014), Silva (2015b), Sasseron e Duschl (2016) e Silva, Gerolin e Trivelato (2018). Nesses trabalhos, os autores reconheceram que a abordagem investigativa pode contribuir para que práticas epistêmicas sejam desenvolvidas pelos estudantes.

Mediante as considerações feitas até aqui, qual a importância de se promover situações de ensino para que os estudantes desenvolvam práticas epistêmicas? De acordo com Sasseron e Duschl (2016, p. 52), quando os estudantes estão "propondo ideias, comunicando entendimentos, avaliando proposições e legitimando conhecimentos", ou seja, mobilizando práticas epistêmicas, evidências do engajamento deles são encontradas. Nesse engajamento, conforme indicado por Jiménez-Aleixandre (2006), as práticas epistêmicas favorecem a aquisição da linguagem científica, como também demarcam o discurso científico, visto que "a aprendizagem de ciência envolve também uma aprendizagem epistêmica" (ARAÚJO; MORTIMER, 2009, p. 6).

O discurso científico não se baseia apenas no discurso oral, mas também no escrito e simbólico, pois depende de múltiplas representações, como, textuais, gestuais, simbólicas, gráficas, físicas etc. (MCDONALD; KELLY, 2007). Nesse sentido, a análise do que os estudantes escrevem também pode indicar o desenvolvimento de práticas epistêmicas, pois

> a escrita científica não é apenas uma modalidade de apresentação de conhecimentos, idéias, princípios e teorias científicas, mas também uma maneira linguística de compartilhar, entender, persuadir e apresentar argumentos para defender alegações de conhecimento em uma comunidade científica. [...] Essas práticas de escrita podem ser tratadas como formas comunicacionais de entender as idéias químicas e chegar a um consenso, na medida que escrevem sobre os fatos e processos das práticas científicas, e para fazer as afirmações e conclusões de uma maneira mais confiável e persuasiva ao organizar e argumentar logicamente" (DENG; KELLY; XIAO, 2018, p. 284, *tradução nossa*).

No caso da Química, o discurso escrito, desempenha um papel essencial, visto que, as representações visuais usadas nessa ciência, como fórmulas moleculares, estruturais, equações químicas, dentre outras, são necessárias na construção do conhecimento químico. Dessa forma, a análise do que os estudantes escrevem pode indicar práticas que estão sendo desenvolvidas e, consequentemente, compreender como eles estão construindo o conhecimento químico. Isso, porque como afirma Kelly (2018), "as práticas epistêmicas das comunidades disciplinares podem esclarecer maneiras pelas quais o conhecimento é construído e abrir múltiplos caminhos para entender os fenômenos" (p. 245, *tradução nossa*).

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA E A ANÁLISE DOS DADOS

Como atividade de ensino a sequência construída foi baseada em quatro etapas, conforme proposto por Carvalho (2013): i) proposição do problema; ii) resolução do problema; iii) sistematização coletiva; iv) sistematização individual, como organizada no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição das atividades realizadas durante as aulas da sequência de ensino

Etapas	Aulas	Descrição
Proposição do problema	1ª	Atividade realizada individualmente, contendo duas questões para conhecimento das ideias dos estudantes sobre a solubilidade.
	2ª	Leitura de um texto intitulado *Vicent van Gogh, chemistry and absinthe* de Cotton (2011), que foi traduzido e adaptado.
Resolução do problema		Formação de grupos para planejamento da resolução do problema proposto a partir do texto.
	3ª	Acesso dos estudantes em grupos a diversos materiais para a resolução do problema.
Sistematização coletiva	4ª	Apresentação da proposta de solução do problema debatida nos grupos para toda a turma.
	5ª	Sistematização do texto e do conceito de solubilidade pela professora.
Sistematização individual	6ª	Atividade realizada individualmente, solicitando a escrita de um texto.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Em geral, os professores no segundo ano do Ensino Médio, abordam as soluções, discutindo os aspectos quantitativos por meio do uso de equações matemáticas. Ensinamos nossos estudantes, por exemplo, a calcular a quantidade de matéria do fluoreto de sódio em água, mas não abordamos porque essa substância é solúvel em água, enquanto o fluoreto de cálcio é praticamente insolúvel. E essa abordagem era a adotada pela professora/pesquisadora que, nesta pesquisa, buscou discutir também aspectos qualitativos, como por que algumas substâncias dissolvem em um solvente e em outro não? E para isso trouxe, inicialmente, nessas seis aulas, a discussão da solubilidade de compostos orgânicos para além da regra que semelhante dissolve semelhante. Dessa forma, os estudantes poderiam revisitar conceitos de ligações químicas, no que se refere a polaridade, geometria e interações intermoleculares.

Quanto à pesquisa, a abordagem qualitativa, de natureza interventiva, foi utilizada para a análise, articulando "de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos" (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2017, p. 1056). É também uma pesquisa de aplicação, pois buscamos analisar se nos registros escritos produzidos pelos estudantes, havia indícios de mobilização de práticas epistêmicas a partir de uma situação de ensino com abordagem investigativa. Isso representa uma investigação construída integralmente pelos pesquisadores, desde o planejamento das atividades, passando pela aplicação e culminando com a análise (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2017). Além disso, citando os mesmos autores, não temos a pretensão de transformação da prática do professor e da realidade dos estudantes com a nossa pesquisa, mas nos envolver numa questão relacionada ao processo de ensino e aprendizagem em Química.

Os dados analisados foram produzidos por 37 estudantes, de uma turma de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte (MG). Optamos por essa escola por ser o local de trabalho de uma autora do capítulo e por retratar o contexto vivenciado por muitos professores do Brasil.

Entendemos que um estudo das práticas epistêmicas exige situarmos o aprendizado de ciências em um contexto, levando em conta os diversos discursos envolvidos em diferentes momentos e que se manifestam e incorporam nas histórias sociais e tradições culturais dos membros desse grupo (KELLY, 2011). No sentido de que o que conta como ciência para esse grupo, os conhecimentos

que eles trazem e suas relações com o conhecimento escolar. Isso significa que em seis aulas é difícil afirmar que as práticas epistêmicas estão sendo, de fato, desenvolvidas pelos estudantes, mas sim fazermos algumas inferências. Ressaltamos também que voltaremos nossa análise para o discurso escrito dos estudantes.

Para análise do discurso escrito dos estudantes foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2016), pois buscamos inferir, a partir deles, se práticas epistêmicas foram desenvolvidas pelos estudantes. A ATD é uma metodologia de análise de dados produzidos na pesquisa qualitativa, pois visa estender as pré-compreensões do fenômeno investigado às compreensões ampliadas (MORAES; GALIAZZI, 2016). Primeiramente, codificamos as atividades dos estudantes e partimos para a desmontagem dos textos, de forma organizada, buscando compreender os fenômenos investigados a partir das respostas deles. Isso foi feito de modo a obter as unidades constituintes dessas respostas. Em seguida, classificamos essas unidades constituintes em categorias estabelecidas previamente, e identificadas como práticas epistêmicas, conforme indicado no Quadro 2.

A maioria dos estudos sobre práticas epistêmicas possui abordagens metodológicas voltadas para o discurso oral dos estudantes. Nas pesquisas desenvolvidas por nosso grupo temos trabalhado com o discurso escrito, pois buscamos entender também como os estudantes têm percebido as representações visuais usadas na Química. Dessa forma, quando os estudantes utilizam essas representações no processo de construção de suas alegações de conhecimento, consideramos esse uso, como uma prática epistêmica.

Quadro 2 - Descrição das práticas epistêmicas que podem ser mobilizadas pelos estudantes a partir da sequência didática proposta

Práticas epistêmicas	Detalhamento das práticas
Elaborar hipótese	Propõe uma explicação para o problema.
Planejar investigação	Elabora estratégias para o teste das hipóteses.
Fazer previsões	Consegue prever resultados a partir da hipótese levantada.
Construir dados	Coleta e registro de dados a partir dos textos.
Considerar diferentes fontes de dados	Recorre a alguma fonte diferente daquela que está sendo trabalhada no momento.
Concluir	Finaliza o problema que foi proposto.

Práticas epistêmicas	Detalhamento das práticas
Usar representações visuais[1]	Utiliza representações visuais para fundamentar ideias próprias.
Explicar	Estabelece relações entre o fenômeno observado e os conceitos científicos e/ou condições do teste das hipóteses para dar sentido a esse fenômeno.
Opinar	Apresenta uma opinião pessoal, bem-sinalizada.

[1]Para o uso do termo, apoiamo-nos em Perini (2005ab), Goodwin (2009) e Silva *et al.* (2021).
Fonte: Adaptado de Silva (2015a, p. 62).

Nesse processo de desconstrução e (re)construção permite-se uma compreensão renovada do todo. Essa compreensão renovada à luz do referencial teórico utilizado e outros estudos da literatura permitem a produção dos metatextos (MORAES; GALIAZZI, 2016). Nos metatextos trouxemos transcrições dos registros escritos pelos estudantes para exemplificar nossas análises.

4 ANALISANDO O DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS A PARTIR DO QUE OS ESTUDANTES ESCREVERAM

Na atividade inicial, foram propostas duas questões para levantamento das ideias dos estudantes sobre o conceito de solubilidade. Os conhecimentos prévios que os estudantes trazem podem auxiliar na compreensão de suas alegações e, portanto, implicando diretamente nas práticas que podem ser mobilizadas. Na primeira questão foi apresentada uma situação hipotética que os estudantes deveriam auxiliar a personagem a tomar uma decisão sobre usar ou não a gasolina, que apresentava duas fases. Nessa questão buscamos verificar se os estudantes perceberiam que havia componentes na gasolina que não eram solúveis, formando duas fases e inviabilizando o uso da gasolina no automóvel.

Muitos estudantes reconheceram a adulteração da gasolina e trouxeram alguns conceitos para fundamentar a proposta de não utilizar a gasolina no veículo. É o que ocorre com E15:

> *Falaria para não colocar a gasolina, pois a mesma está misturada com qualquer outro solúvel* (sic) *que não conseguiu formar uma mistura homogênea e com toda certeza essas duas substancias* (sic) *são diferentes em questão de polaridade (um polar e outro apolar).*

Na segunda questão foi apresentada uma situação na qual os estudantes deveriam continuar um diálogo com a personagem, explicando o motivo de um aromatizante não ter perfumado a casa. Isso porque ela utilizou a água ao invés de álcool. A utilização de álcool em plantas medicinais favorece a extração das substâncias responsáveis pelo aroma, a conservação dos princípios ativos das plantas e o armazenamento por um período mais longo. Buscamos verificar se os estudantes perceberiam que os compostos responsáveis pelo aroma são mais solúveis em álcool do que em água. E8 assim se manifesta:

> *Marina, você deveria ter usado o álcool! Água não resolve. A água no* (sic) *extrai o aroma da planta. O álcool serve para dissolvê-lo e liberar no ambiente, quando evapora.*

Embora o estudante se equivoque ao afirmar que o álcool seja necessário para liberar o aroma no ambiente, ele reconhece que o aroma é mais solúvel em álcool do que em água. Alguns estudantes, mesmo errando, cientificamente, a explicação sobre a ineficácia do aromatizante da personagem denominada Marina, trazem situações cotidianas para fundamentar essa explicação. É o que ocorre com E25:

> *O aromatizante não deu certo porque não tinha álcool, porque o álcool que faz a substancia (sic) exalar o cheiro, assim como o perfume. Tenho conhecimento de que perfumes e aromatizantes possuem álcool, por isso que quando temos um arranhão e passamos perfume queima por causa do álcool.*

O estudante comete o mesmo equívoco que o anterior, mas a partir de uma experiência que ele viveu tenta sustentar sua explicação.

Percebemos, pelas respostas dos estudantes, ideias que mostravam que eles já conheciam sobre a solubilidade de compostos orgânicos, mesmo que, apresentando alguns erros conceituais. Ressaltamos também o quanto as experiências cotidianas influenciaram nas respostas desses estudantes.

Na segunda aula, os estudantes formaram grupos para discutir o problema proposto no texto que foi entregue a eles, "*A morte de Vincent Van Gogh estava relacionada à bebida absinto?*". Nesse texto, que foi traduzido e adaptado, foi apresentada uma breve biografia de Van Gogh, contendo algumas imagens de suas principais obras. Em seguida, foram abordados assuntos sobre a história, produção, composição e usos do absinto. No que se refere à composição dessa

bebida, foi indicada a estrutura química dos compostos que ela contém. O texto foi encerrado com os efeitos causados pelo absinto no organismo e a apresentação de alguns diagnósticos para a doença de Van Gogh. Com esse texto tínhamos o objetivo de envolver os estudantes com o problema proposto, que eles elaborassem hipóteses.

Todos os grupos de estudantes acreditaram que os problemas de saúde e, consequentemente, a morte de Van Gogh fora causada pelo absinto, como a transcrição a seguir do grupo codificado como G5:

> *Sim; Pois (sic) o absinto junto a sua instabilidade mental pode ter piorado sua condição emocional, já que o teor alcoólico (sic) do absinto é muito alto.*

No entanto, não consideramos como elaboração de hipóteses, entendido por nós como prática epistêmica, visto que não propuseram uma explicação para o problema (SILVA, 2015a). Os estudantes não trouxeram os conceitos mobilizados nas respostas para as questões da atividade inicial para explicarem o problema. Um grupo de estudantes, codificado como G4, apresentou as fórmulas estruturais de dois constituintes da erva usada para a produção do absinto, mas essas estruturas, no contexto utilizado, não seriam necessárias. Percebemos que elas possuíam um papel apenas ilustrativo, que não se relacionava diretamente com a explicação registrada pelo grupo.

Considerando que os estudantes acreditavam que a morte de Van Gogh fora causada pelo absinto, na terceira aula, para resolução do problema, os estudantes poderiam utilizar o texto e/ou os materiais que foram disponibilizados pela professora/pesquisadora para teste dessa hipótese. Esses materiais (água, álcool, açúcar, vinagre, óleo de soja e sal) poderiam ser utilizados para realização de um experimento, como forma de testar as hipóteses elaboradas. Entretanto, como os estudantes não elaboraram hipóteses que poderiam ser testadas, a professora/pesquisadora teve que fazer algumas considerações sobre diferenças de solubilidade de alguns materiais em água e álcool. Além disso, ressaltou que eles poderiam fazer uma relação entre as estruturas químicas do álcool, água, terpenos e a solubilidade. Nenhum roteiro foi entregue aos estudantes, pois eles próprios deveriam planejar a investigação. Constantemente, os estudantes foram alertados sobre medidas de segurança, tais como, não inalar e não ingerir qualquer material usado durante o experimento.

De acordo com Silva (2015a), planejar a investigação é uma prática epistêmica que fomenta a criação de estratégias para o teste das hipóteses, o que favorece o surgimento de outras práticas. No entanto, eles não planejaram a investigação, utilizando os materiais de forma aleatória sem discutir as ações que deveriam ser realizadas, o que não contribuiu para o teste das hipóteses. É o que podemos verificar com o G2:

> *Fizemos um primeiro experimento usando óleo, água, vinagre, sal e açúcar, e obtivemos uma mistura heterogênea. Fizemos um segundo experimento usando água, vinagre, sal e açúcar, e obtivemos uma mistura homogênea.*

Como eles perceberam que a maneira como fizeram os experimentos não forneceram dados que sustentariam as explicações para o problema, buscaram o texto para **construir esses dados**, como se percebe com o G5:

> *O absinto é um liquido* (sic) *verde com cheiro de anis, produzido a partir da destilação de uma mistura de álcool e ervas.*

Os estudantes registraram um dado obtido a partir do texto, que poderia auxiliar na discussão do problema proposto (SILVA, 2015a), pois para produzir o absinto utiliza-se o álcool para extrair os constituintes das ervas, que são mais solúveis nesse solvente do que em água.

O dado registrado pelos estudantes foi importante para **explicarem** a possível causa da morte de Van Gogh. G3 afirmou:

> *A bebida absinto, que tem como ingredientes pequenas quantidade* (sic) *de água, ervas e álcool se dissolvem, porque o álcool e as ervas tem a mesma polaridade.*

Mesmo os estudantes considerando a polaridade das ervas e não de seus constituintes, estabeleceram relação causal entre a bebida absinto e conceito químico para dar sentido ao fenômeno estudado (SILVA, 2015a). A causa da morte de Van Gogh é controversa sobre se foi suicídio ou não, mas sabe-se que, os constituintes das ervas usadas e o teor alcoólico elevado, para o preparo do absinto poderiam causar diversos problemas.

Na quarta e quinta aula, a professora/pesquisadora sistematizou os conceitos com os estudantes, por meio da exposição das ideias discutidas nos grupos. Os estudantes foram incentivados para apresentarem suas ideias, argumentando,

explicando e concluindo. A professora/pesquisadora ressaltou sobre o planejamento do experimento e qual a contribuição dele para o teste das hipóteses. Além disso, ela usou as representações visuais dos constituintes das ervas usadas para preparo do absinto, relacionando-as à solubilidade em água e álcool. Para isso, foram mobilizados conceitos de eletronegatividade, geometria molecular, polaridade e interações intermoleculares.

Na última aula, os estudantes, individualmente, deveriam escrever um texto a partir da seguinte questão: "*Como você explicaria o que foi discutido para um colega, que não compareceu nessas aulas*?". A maioria dos estudantes **explicou** que a causa da morte de Van Gogh estava relacionada ao fato do álcool possuir maior capacidade de extrair substâncias das ervas do que a água. E31 disse:

> *Entendemos também que o álcool extrai mais substancias* (sic) *das ervas do que a água no absinto.*

Isso já era registrado pelos estudantes durante as atividades em grupo, mas o registro de E6 nos chamou a atenção:

> *Chegamos* (sic) *a conclusão que não foi o absinto que causou a morte de Van Gogh e sim o álcool, pois tinha um teor alcoólico muito grande 50% a 70%.*

É interessante porque essa conclusão não aparecia nos registros dos estudantes em grupos. Acreditamos que, essa conclusão, de E6, não era consenso no grupo, mas no momento da atividade final, que foi realizada individualmente, ele conclui. Isso, porque ele finaliza o problema (SILVA, 2015a), justificando a morte de Van Gogh ao elevado teor do álcool no absinto.

A descrição e a análise que acabamos de apresentar sugerem que os estudantes mobilizaram práticas epistêmicas, tais como construir dados, explicar e concluir (SILVA, 2015a). Importante também mencionar que não pretendemos sugerir práticas epistêmicas que deveriam ser mobilizadas ou reforçar aquelas que não o foram, visto que não existe uma quantidade limitada de práticas; e que essas são contextuais e consequenciais (KELLY; LICONA, 2018), conforme descrito teoricamente, e evidenciado em nossa análise. Marcada fortemente pelo que os estudantes trouxeram a partir de suas experiências e alegações de conhecimento que foram muito importantes para o grupo, por exemplo, a elevada solubilidade dos constituintes das ervas em álcool.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Não pretendemos relacionar as práticas epistêmicas sugeridas às etapas da sequência didática. Nossa intenção aqui é discutir sobre a promoção de situações de sala de ensino para que os estudantes mobilizem práticas epistêmicas, a partir da análise que realizamos.

Um primeiro ponto que queremos discutir é sobre o papel do professor na promoção de situações de ensino para que os estudantes mobilizem práticas epistêmicas. Percebemos pelos registros dos estudantes, que eles tiveram dificuldades de escrever os consensos estabelecidos nos grupos para serem apresentados para a turma no momento da sistematização coletiva. Eles tiveram dificuldade também na escrita do texto final de forma mais próxima do discurso escrito da ciência. Por exemplo, suas alegações, em geral, não foram articuladas com os dados obtidos, análise desses dados, explicações suportadas pelos conceitos relacionados ao problema, mas apenas descrições da doença de Van Gogh e da produção do absinto. Mas, qual a relação dessa observação com o papel do professor? Para responder essa questão apoiaremos em Deng, Kelly e Xiao (2018), conforme já descrito anteriormente, o discurso escrito na ciência vai além de apresentar definições, mas registrar e interpretar dados, construir argumentos baseados nesses dados, utilizar representações visuais etc. No entanto, essa especificidade do discurso escrito da ciência deve ser explicitada pelo professor, conforme apontado por Kelly e Chen (1999). Esses autores examinaram os processos de discurso oral e escrito em uma aula de física do Ensino Médio, indicando variações na apropriação do discurso escrito. Eles enfatizaram que uma discussão explícita sobre as normas científicas pode favorecer os estudantes a se envolverem e usarem os discursos oral e escrito nas atividades que se aproximam de contextos científicos autênticos. Um dos autores desse trabalho, em um artigo recente, sugeriram aos professores que, "eles precisam prestar mais atenção ao conhecimento, as práticas sociais e dimensões afetivas da escrita" (DENG; KELLY; XIAO, 2018, p. 285, *tradução nossa*). Não discutimos com os estudantes as especificidades desse discurso escrito na ciência, o que pode ter contribuído para que eles focassem apenas na descrição da produção do absinto e nos problemas de saúde de Van Gogh. Afastando do discurso escrito na ciência que além de descrever, interpreta e explica a partir de dados e evidências.

O problema proposto promove o levantamento de hipóteses (CARVALHO, 2013), que gera a elaboração de estratégias para a coleta e análise de dados e, consequentemente, à resolução desse problema (HODSON, 1988). Dessa forma, uma prática epistêmica mobilizada contribui para a mobilização de outra. No entanto, essas ações precisam ser explicitadas pelo professor, não no sentido de fornecer um guia para a resolução do problema ou revelar a resposta. Mas, discutindo com os estudantes o que seria uma hipótese na ciência, a importância de planejar os testes dessas hipóteses, coletar e interpretar os dados que possam suportar as alegações de conhecimento, dentre outras. Portanto, entendemos por que os estudantes não elaboraram hipóteses e não planejaram a investigação.

Nesse sentido, o uso de fórmulas estruturais, por exemplo, como foi registrado por um grupo, para ilustrar os constituintes que poderiam ter contribuído para a morte de Van Gogh, não pode ser considerado como uma prática epistêmica. Isso porque não há relação dessas representações visuais com a possível explicação para o problema. Entretanto, esse registro foi interessante no sentido de que, mesmo que ilustrativo, o estudante percebe que essas representações desempenham um papel de destaque na Química. A percepção das representações visuais na Química sempre foi muito associada ao papel de representar e comunicar o conhecimento químico (TALANQUER, 2011). Além desse papel, concordando com Perini (2002, 2005ab), elas também são necessárias para a formulação de hipóteses, fundamentação de argumentos e construção das explicações. Por exemplo, quando queremos afirmar que uma reação química aconteceu, não escrevemos um texto para suportar o que estamos dizendo, mas indicamos a equação química dessa reação. Essa equação permite a: i) identificação do(s) reagente(s) utilizado(s) e produto(s) formado(s) a partir dos símbolos (fórmulas moleculares e/ou mínimas); ii) proporção correta em que os átomos do(s) reagente(s) combinam para formar o(s) produto(s); iii) reversibilidade ou não da reação, indicando se a formação do(s) produto(s) é(são) favorável(is) ou não; iv) indicação dos estados físicos do(s) reagente(s) e produto(s), indicando se o sistema é homogêneo (reagentes e produtos no mesmo estado de agregação); v) indicação da energia envolvida (MARAIS; JORDAAN, 2000).

O contato deles com os materiais sem um roteiro definido pode fomentar o surgimento de ideias e a forma como essas ideias podem ser utilizadas para

resolver o problema (CARVALHO, 2013). Embora os estudantes não tenham planejado o teste das hipóteses de uma forma que fornecesse dados, que pudessem ser interpretados e usados para explicarem o problema, eles perceberam a necessidade de construir dados a partir de outro recurso. Antes de discutir sobre isso, vamos falar sobre a nossa ação de não entregar um roteiro.

A ausência do roteiro exige ainda mais do professor, pois as estratégias que serão utilizadas para a resolução do problema não serão descobertas por eles mesmos, mas a partir das questões e orientações que o professor levanta nos grupos. Essas estratégias para o planejamento da investigação discutidas entre os estudantes nos grupos e o professor favorecem a construção de novos conceitos (SILVA, 2015a). Além disso, o contato dos estudantes com práticas que se aproximam da científica na medida em que observam as ações do professor na orientação para o estabelecimento dessas estratégias. Nesse momento, o professor deve explicitar suas intenções em relação a essas práticas e, não à apresentação do novo conceito, o que não impede que ele revisite conceitos anteriores para favorecer a construção do novo. Entendemos que o professor precisa incentivar o registro fundamentado das estratégias a serem adotadas pelos estudantes, levando-os a reconhecerem a importância da escrita nas práticas científicas (DENG; KELLY; XIAO, 2018).

Quando os estudantes perceberam que não tiveram dados gerados a partir do experimento que fizeram, eles precisaram buscar outros recursos para construírem esses dados. E o texto entregue a eles foi o recurso utilizado. Isso mostrou que os dados não são fornecidos apenas pelos experimentos, mas por um texto também (CARVALHO, 2013). A mobilização da prática epistêmica, construção de dados, levou à mobilização de outra, a explicação. Essa prática revela a compreensão epistêmica e conceitual dos estudantes sobre o tema trabalhado (SANDOVAL, 2001). Além disso, esse autor afirma que, as explicações são ações centrais da ciência e sua construção e avaliação implica em outra prática epistêmica, a argumentação. Ferraz e Sasseron (2013) afirmam que argumentar e explicar são práticas epistêmicas que estão associadas, pois em um ambiente de investigação, no mesmo momento que os estudantes fornecem explicações para caracterizar o tema investigado, relacionam os dados, evidências e conclusões, produzem argumentos.

Ressaltamos, mais uma vez, que não pretendemos listar práticas epistêmicas a serem mobilizadas pelos estudantes, mas mostrar que a mobilização dessas

práticas se relaciona diretamente com o estabelecimento de um espaço de interações, que se desencadeia pela atuação do professor. No entanto, o foco dessas interações não pode ser somente no sentido da construção do conceito, mas na discussão de práticas na sala de aula que se aproximam da científica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento de uma sequência de ensino a partir do uso de práticas epistêmicas não garante que elas sejam mobilizadas durante a sua aplicação na sala de aula. A forma como o professor atua durante as aulas relaciona-se diretamente com o desenvolvimento dessas práticas, visto que elas são interacionais, intertextuais, consequenciais e contextuais (KELLY; LICONA, 2018). Elas se desenvolvem a partir das diversas interações estabelecidas para a construção e legitimação do que conta como conhecimento relevante para o professor e estudantes, que estão inseridos em um contexto social influenciado por normas culturais. Entendemos essas interações no sentido amplo, que não significa somente a interação discursiva entre professor e estudantes, mas entre estudantes e estudantes, estudantes e materiais, estudantes e conhecimentos cotidiano e escolar, dentre outras. No entanto, esse processo é desencadeado e favorecido por meio da atuação do professor que apresenta informações, questiona, explicita intenções, sugere caminhos, discute posicionamentos, estabelece consensos, usa representações visuais, legitima conhecimentos etc.

Considerando a interação dos estudantes com o conhecimento escolar, podemos trazer como exemplo, o contato com as representações visuais. Em geral, elas são percebidas como uma ilustração do que se está sendo dito sobre um conceito químico, ou seja, são necessárias apenas para uma formalização da Química (SILVA *et al.*, 2021). No entanto, conforme defendido por Perini (2005ab, 2002) as representações visuais na Ciência são componentes dos argumentos, fundamentam hipóteses e expressam conclusões. Dessa forma, a própria interatividade do professor com essas representações visuais precisa ser concebida a partir de uma abordagem de processo, no sentido de que elas são necessárias no processo de construção do conceito químico, e não apenas apresentadas como um produto dele.

Não desconsideramos a importância do planejamento de uma sequência de ensino. O que trazemos para essas considerações, a partir dos nossos resultados,

é uma reflexão acerca da atuação do professor ao longo das aulas. Concordamos com Solino, Ferraz e Sasseron (2015) que o ensino por investigação é mais do que uma metodologia ou estratégia, mas uma abordagem didática. Entendemos que ele se materializa não apenas por etapas bem definidas metodologicamente, mas pelas ações, interações e interatividade do professor.

As práticas epistêmicas também não podem ser concebidas como uma metodologia para se ensinar um conceito. Isso não significa desvalorizar o conceito que se pretende ensinar, mas que, além do conceito, há necessidade do professor discutir e analisar essas práticas. Defendemos que não cabe apenas a discussão do conceito de solubilidade em si, mas as práticas desenvolvidas para a sua construção. Se pensarmos na ciência enquanto uma comunidade de práticas, precisamos olhar também para as práticas epistêmicas que estão sendo desenvolvidas por nossos estudantes. Esse olhar pode se materializar em diversos momentos, mas usaremos o exemplo do processo de avaliação de nossos estudantes. Em geral, eles são avaliados a partir do conceito que, teoricamente, foi construído. Assim, cabe a nós também, a avaliação das práticas desenvolvidas, por exemplo, a capacidade dos estudantes elaborarem hipóteses, construírem e interpretarem dados, produzirem argumentos, gerarem explicações, usarem representações visuais, expressarem conclusões, dentre outras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. O.; MORTIMER. E. F. As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de química. *In:* VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis, ABRAPEC, p. 1-12, 2009.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas. *In:* CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para Implementação em sala de aula. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013. p. 1- 20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

COTTON, S. A. Vincent van Gogh, chemistry and absinthe. **Education in Chemistry**, p. 75-79, maio 2011.

DENG, Y.; KELLY, G. J.; XIAO, L. The development of Chinese undergraduate students' competence of scientific writing in the context of advanced organic chemistry experiment course. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, p. 270-287, 2018.

DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in scienceeducation. *In:* Annual Meeting of National Association of Research in Science Teaching (NARST), 2002, New Orleans. Proceeding of the NARST Annual Meeting. **Anais [...]** New Orleans, 2002. Reston: NARST, p. 75, 2002.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Dualidade Argumentativa: os produtos da argumentação em aulas investigativas. *In:* IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...].** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

GATTI, I. C.; CERQUEIRA, P. L.; SILVA, B. N.; COELHO, M. M. P.; AFONSO. A. F.; REIS. I. F. Abordagem temática no ensino de química: solubilidade e polaridade de substâncias orgânicas através das vitaminas. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 13, n. 1, p. 166-187, jan./jun. 2015.

GOODWIN, W. Visual representations in science. **Philosophy of Science**, Chicago, v. 76, n. 3, p. 372-390, 2009.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. **Educação em Revista**, n. 43, p. 13-33, 2006.

KELLY, G. J.; CHEN, C. The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, p. 883-915, 1999.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, andepistemicpractices. *In*: KELLY, G. J. Inquiry conference on developing a consensus research agenda, 2005, New Brunswick. **Proceeding of Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda.** New Brunswick: 2005.

KELLY, G. J. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. *In*: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D. A.; WICKMAN, P.-O.; ERIKSEN, G.; MCKINNON, A. (ed.). **Exploring the landscape of scientific literacy.** New York, NY: Routledge, 2011. p. 61-73.

KELLY, G. J. Developing Epistemic Aims and Supports for Engaging Students in Scientific Practices. **Science & Education**, v. 27, p. 245-246, 2018.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. *In:* Matthews M. (ed.). **History, philosophy and science teaching**: new research perspectives, Springer: Dordrecht, 2018. p. 139-165.

MARAIS, P.; JORDAAN, F. Are we taking symbolic language for granted? **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 10, p. 1355-1357, 2000.

McDONALD, S.; KELLY, G. J. Understanding the construction of a science storyline in a chemistry classroom. **Pedagogies**: An International Journal, v. 2, n. 3, p. 165-177, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

NASCIMENTO, E. D. O.; SILVA, A. C. T.; FREIRE, F. A. Atividades investigativas e práticas epistêmicas no ensino de Ciências. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1-10, 2014.

PERINI, L. **Visual representations and scientific knowledge**. 2002. 458 f. Thesis (PhD in Philosophy) – University of California, San Diego, 2002.

PERINI, L. The truth in pictures. **Philosophy of Science**, v. 72, p. 262-285, dez. 2005a.

PERINI, L. Visual Representations and Confirmation. **Philosophy of Science**, n. 72, p. 913-926, dez. 2005b.

QUADROS, A. L.; GOUVEIA, V. P.; OLIVEIRA, S. R. Uma reflexão sobre aprendizagem escolar e o uso do conceito de solubilidade/miscibilidade em situações do cotidiano: concepções dos estudantes. **Química Nova na Escola,** v. 31, n. 1, p. 23-30, fev. 2009.

SANDOVAL, W. A. **Students' uses of data as evidence in scientific explanations**. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Assn, Seattle, WA. abr. 2001.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, M. B. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo e uma atividade investigativa de biologia**. 2015a. 253 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015a.

SILVA, A. C. T. interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 69-96, nov. 2015b.

SILVA, M.; GEROLIN, E.; TRIVELATO, S. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 905-933, 15 dez. 2018.

SILVA, F. C.; SILVA, E. P. C.; DUARTE, D. M.; DIAS, F. S. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, n. u, 2021.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21: 2015: Uberlândia, MG). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação***,* v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

5 UM PANORAMA DA EXPERIMENTAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR: PERSPECTIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Anelise Grünfeld de Luca[1]

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se olhar para o contexto escolar e encontrar vestígios de como a experimentação no ensino vem sendo desenhada ao longo dos tempos faz com que se olhe primeiro para a trajetória do desenvolvimento do Ensino de Ciências. A partir disso, é necessário pontuar alguns aspectos que sinalizam as origens da educação escolar para, então, abordar o aspecto da experimentação e analisar as perspectivas no ensino de Ciências para o ensino de Química, que é o tema deste capítulo.

2 DESENVOLVIMENTO

A educação escolar primeiramente foi pensada para a elite e na ampla maioria das vezes voltado para os meninos, reportando a ideia do mestre que ministrava suas aulas particulares. A partir do século XVII, entretanto, assumiu nova configuração, a do ensino coletivo, indicando o início da instituição escolar com as salas de aula. Gadotti (1999, p. 79), nesse sentido, afirma:

1 Professora do Instituto Federal Catarinense, Escola Agrícola, BR 280, Km 27, Araquari, SC, Universitário, 89245-000. Contato: anelise.luca@gmail.com

> Já no século XVII surge a luta das camadas populares pelo acesso à escola. Instigada pelos novos intelectuais iluministas e por novas ordens religiosas, a classe trabalhadora, em formação, podia e devia ter um papel na mudança social. O acesso à formação tornou-se essencial para articular seus interesses e elaborar sua própria cultura de resistência.

O século XVIII pode ser considerado político-pedagógico, pois, é neste período que as classes populares reivindicam o acesso ao saber e ao ensino público, impulsionadas pela Revolução Francesa que pôs fim ao regime absolutista, proclamando a formação do cidadão por meio das escolas. "Os grandes iluministas pregavam uma educação cívica e patriótica inspirada nos princípios da democracia, uma educação laica, gratuitamente oferecida pelo Estado para todos" (GADOTTI, 1999, p. 88).

A introdução das ciências no currículo escolar ocorreu a passos lentos, sendo impulsionada pela filosofia positivista. No Brasil, o Ensino de Ciências surge no contexto dos exames de Medicina que, em 1887, exigiam noções de Ciências Físicas e Naturais para o cumprimento de seus cursos preparatórios. Mesmo que disciplinas como Ciências fizessem parte do currículo das escolas secundárias desde 1837 e disciplinas como Física e Química terem sido incluídas no currículo, isoladamente uma da outra, conforme a Reforma Rocha Vaz de 1925, não são indícios de que o Ensino de Ciências era empregado amplamente no Brasil. As evidências se mostram a partir da Reforma Francisco de Campos em 1931, com a valorização das ciências (LOPES, 2007).

A respeito da história do Ensino de Ciências e de Química, a autora afirma que:

> [...] foi marcada por um conflito entre Ciências e Humanidades, francamente favorável às últimas até o fim da Segunda Guerra Mundial. Tal conflito se caracterizou por uma associação das Humanidades ao saber e das Ciências ao fazer. Por conseguinte, a maior ênfase em Ciências, condicionada pelo desenvolvimento industrial e tecnológico do país, exigiu a construção de uma mentalidade pragmática e tecnológica, a partir do desenvolvimento de ideias cientificistas e da valorização de uma formação para o trabalho (LOPES, 2007, p. 99).

Por meio das orientações curriculares advindas da Reforma de Campos e Capanema, o ensino de Química teve como enfoque as concepções empírico-descritivistas que, a partir de 1950, foram marcadas por princípios empírico-positivistas, constituindo o processo de construção das ideias fundamentadas no pragmatismo

e na tecnologia favorável ao Ensino de Ciências (LOPES, 2007). É nesse cenário de implicações e mudanças que a experimentação no ensino transcorre.

Há estreita relação entre as tendências pedagógicas e as abordagens com que a experimentação é desenvolvida na sala de aula. Beltran (2015) em seu artigo *História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química*, apresenta os diferentes papéis do experimento no ensino de química no Brasil. Mostra que em períodos distintos predominaram tendências pedagógicas diversas, como tradicional, renovada, tecnicista, centrada em preocupações sociais e políticas e construtivista, que influenciaram a forma como os experimentos foram tratados nas salas de aula e consequentemente influenciaram a concepção de ciência.

Inicialmente faz-se necessário traçar algumas considerações sobre como a pedagogia tradicional se constituiu em proposta de ensino. Esta concepção pedagógica foi introduzida em meados do século XIX, inspirada no princípio de que a educação é direito de todos e dever do Estado, alicerçado na ideia da construção de uma sociedade democrática, consolidando o poder da burguesia. O lema defendido era "*transformar os súditos em cidadãos*", possível por meio do ensino. Saviani (2009, p. 6) afirma:

> A escola surge como um antídoto à ignorância, logo, um instrumento para equacionar o problema da marginalidade. Seu papel é difundir a instrução, transmitir os conhecimentos acumulados pela humanidade e sistematizados logicamente. O mestre-escola será o artífice dessa grande obra. A escola organiza-se como uma agência centrada no professor, o qual transmite, segundo uma gradação lógica, o acervo cultural dos estudantes. A estes cabe assimilar os conhecimentos que lhes são transmitidos.

Percebe-se que a tendência pedagógica tradicional é caracterizada pela transmissão dos conteúdos pelo docente, onde o estudante é considerado um receptáculo de conteúdo, com o pressuposto da mente discente como uma tábula rasa a fundamentar o processo pedagógico. Ao estudante, a atitude passiva era requisitada. Por isso as ciências eram "ensinadas como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos, enunciados de teorias a decorar" (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Nessa perspectiva, os experimentos são abordados de forma a comprovar as teorias apresentadas em sala de aula. Servem como ilustração dos conceitos transmitidos, favorecem a concepção de neutralidade da ciência, bem como a

visão do conhecimento como algo pronto e acabado. Ante essa atmosfera, perpassada por um tal sistema de crenças que delimitava a concepção de ciência, o sistema de ensino não instigava os estudantes para que pensassem as causas dos fenômenos, ou estabelecessem relações causais, ou mesmo para que refletissem mais autonomamente sobre os mecanismos dos processos que estudavam nas aulas (KRASILCHIK, 1987).

Constata-se ainda uma forte influência da perspectiva tradicional na formação inicial de professores, perpetuando essa forma de abordagem, num ciclo vicioso, com ênfase "[...] quase exclusivamente para a retenção, por parte do estudante, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que essas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos [...]" (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995, p. 27). Quanto a experimentação no ensino, o enfoque esteve na execução de experimentos desconectados da teoria, o que privilegiou o distanciamento entre a teoria e a prática, além do fato de que a falta de investigação e discussão entre o grupo que executava os experimentos e o professor era imperativa.

As críticas à pedagogia tradicional aos poucos foram dando origem a uma nova tendência, com apelo à reforma conhecida como *escolanovismo*. O ponto central estava na defesa de que "o marginalizado já não é propriamente o ignorante, mas o rejeitado", segundo Saviani (2009, p. 7). O autor afirma ainda:

> Compreende-se, então, que essa maneira de entender a educação, por referência à pedagogia tradicional, tenha deslocado o eixo da questão pedagógica do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o estudante; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretivismo; da quantidade para a qualidade; de uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia. Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender (SAVIANI, 2009, p. 8).

O laboratório receberia um novo olhar a partir do ensino renovado, centralizado no desenvolvimento psicológico do estudante, exigindo atitude ativa na realização dos experimentos que envolvem pensar, compreender, realizar, imaginar, deduzir. A proposta de experimentação consistia em tornar o ensino mais ativo, motivando o seu interesse e versando principalmente na Química Descritiva. A

reforma de 1931 foi orientada pelos princípios do método científico: "[...] as instruções metodológicas prescreviam demonstrações a serem desenvolvidas pelos estudantes" (SICCA, 1996, p. 49). Já a reforma Capanema buscava o desenvolvimento do espírito científico: "[...] o estudante deveria discutir e verificar, ver e fazer, deslocando ação para ele, visando tornar o ensino interessante e ativo" (SICCA, 1996, p. 49). A ênfase estaria no desenvolvimento do pensamento do cientista, pois, "[...] acreditava-se que pensar como cientista levaria os estudantes a compreender a ciência como a grande realização do conhecimento humano" (BELTRAN, 2015, p. 4).

O período entre os anos 1950 e 1960 foi significativo para o Ensino de Ciências, já que refletiu a situação do mundo ocidental após a 2ª Grande Guerra Mundial. A industrialização e o desenvolvimento científico e tecnológico deixaram suas marcas no currículo escolar, uma vez que os cientistas que ocupavam posição de prestígio encontraram na educação um espaço de potencial influência. O marco para o início de todo o processo de renovação do Ensino de Ciências foi o lançamento do *Sputnik* em 1957.

O lançamento do *Sputnik* pela URSS gerou discussões em relação à educação científica da época. A educação russa era considerada autoritária e antidemocrática, inferior ao que se propunha a educação ocidental, em especial a dos Estados Unidos e Inglaterra. Questionava-se: como os soviéticos alcançaram tamanho êxito científico e tecnológico? Teriam uma educação científica mais sólida e mais avançada em relação ao que acontecia nos países desenvolvidos do ocidente? Além dessas indagações outros fatores contribuíram à renovação do ensino e à expansão dos meios de comunicação de massa, liderados pela televisão (SAVIANI, 2013).

No cenário educacional brasileiro as mudanças decorriam ainda do Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova, cujo objetivo era substituir os métodos tradicionais por metodologia mais participativa, de maior liberdade e autonomia ao estudante. Saviani (2013, p. 336) considera "[...] que a década de 1960 foi uma época de intensa experimentação educativa, deixando clara a predominância da concepção pedagógica renovadora".

As grandes descobertas nas áreas da Física, Química e Biologia ainda não estavam incorporadas aos currículos escolares, e isto seria urgente, pois se pretendia formar uma elite que deveria ser mais bem instruída a partir dos anos iniciais de escolarização. A predominância do laboratório estava entre as mudanças

curriculares e as aulas práticas deveriam oportunizar atividades que motivassem e favorecessem a compreensão de conceitos científicos.

Na intenção de promover essas mudanças, foram iniciados movimentos em várias instâncias. Destacam-se os projetos curriculares nos Estados Unidos, que constituíram a primeira geração de projetos que originaram as sociedades científicas nas áreas de Matemática (*School Mathematics Study Group*), Química (*American Chemical Society*), Física e Biologia. Em 1961 "*O Chemical Bond Approach Commitee*" edita o *Chemistry.* Conhecido como CBA e tendo como editor *Lawrence E. Strong*, este trabalho foi concomitante com outros da área da Física, Biologia e Matemática. Com a tradução para o português, esses trabalhos, fortemente carregados pela literatura didática europeia e norte-americana, influenciaram os livros-texto do Ensino de Ciências.

No Brasil, o movimento que objetivava melhorias ao Ensino de Ciências antecedeu os projetos dos EUA. Ocorreu no início dos anos 1950 em São Paulo - SP, mais precisamente no IBECC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura). Isaías Raw organizou um grupo de professores universitários e "[...] o trabalho desse grupo concentrou-se na busca de atualização do conteúdo que era ensinado, assim como na preparação de material para uso nas aulas de laboratório" (KRASILCHIK, 1987, p. 8).

A importância do IBECC e de outras ações promovidas por órgãos criados nessa época que impulsionaram a renovação do Ensino de Ciências são destacadas por Saviani (2013, p. 338):

> [...] O IBECC lançou, em 1957, o concurso "Cientistas de Amanhã", cuja 1ª edição ocorreu em 1958. A partir de 1959 esse concurso passou a ser realizado nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Em 1962, com a criação da FAPESP, por estímulo de seu primeiro presidente, Warwick Kerr, o IBECC deu início à organização dos Congressos de Jovens Cientistas. Em 1965 o MEC criou Centros de Ciências nas seis maiores capitais brasileiras (Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre). E em 1966 foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC).

Ressalta-se que, nesta época, havia um número reduzido de licenciados, ficando as aulas das disciplinas específicas a cargo de profissionais como médicos, engenheiros, farmacêuticos e demais bacharéis. As aulas reproduziam os conhecimentos adquiridos por estes profissionais, de maneira desconectada da vida do

estudante. O que deveria ser algo inovador, entretanto, tornou-se mais um item do programa a ser apresentado de forma isolada, como explicita Krasilchik (1987, p. 9):

> O grande objetivo do programa oficial e dos textos básicos era transmitir informações, apresentando conceitos, fenômenos, descrevendo espécimes e objetos, enfim, o que se chama o produto da Ciência. Não se discutia a relação da Ciência com o contexto econômico, social e político e tampouco os aspectos tecnológicos e as aplicações práticas.

Houve a necessidade de se repensar o Ensino de Ciências voltado às atividades científicas, para a formação dos futuros físicos, químicos e biólogos do país. Dessa forma, durante as décadas de 1960 e 1970, dois projetos de ensino de física, o PSSC e o Nuffield, trouxeram visões parecidas sobre a forma de abordagem do Ensino de Ciências. Defendia-se o retorno ao estudo do conteúdo das disciplinas, enfatizando os conceitos centrais, o aprendizado não somente pelo "método científico de pesquisa", como também na "redescoberta".

Esta condição de valoração do desenvolvimento das competências inerentes com a atividade experimental no Ensino de Química, defendida enquanto princípio norteador na década de 60, foi reforçada por outro projeto dos EUA, o "*Chemical Education Material Study*", produzido pela Universidade da Califórnia, cujo livro-texto "*Chemical An Experimental Science*" foi editado em 1963. Tal projeto foi organizado e conduzido por um comitê liderado por Glenn T. Seaborg – Prêmio Nobel (1951) – que formou equipe com os cientistas universitários e professores secundários mais capazes do país. O livro "*Química – uma Ciência Experimental*" destinava-se ao curso introdutório de Química. Além do livro, o *kit* era composto por manual de laboratório, um conjunto de filmes e um guia para o professor.

O material tinha como objetivo principal o trabalho de laboratório, para que os princípios da Química pudessem ser obtidos diretamente dos experimentos realizados pelos estudantes. O que se pretendia era a autonomia, fazendo com os estudantes realizassem as descobertas, constituindo motivação para a atividade científica. Os filmes que acompanhavam o material serviam para esclarecer e apresentar situações experimentais perigosas, outras que demandariam muito tempo e aquelas em que os materiais seriam de difícil aquisição.

Este material se apresentava diferente dos demais cursos tradicionais. O enfoque estava nos princípios químicos em detrimento da Química Descritiva,

buscando retratar a evolução da Química nas duas últimas décadas, abandonando os conceitos obsoletos. Outra questão importante que estava pontuada neste material era a relação entre a experiência e a teoria, evitando a apresentação de uma coleção de fatos, enunciados e dogmas. Na apresentação do *Chem Study,* alguns objetivos mostram a importância dada ao conhecimento científico, além de transmitir a ideia de que o ensino secundário forma para o universitário:

> Esperamos transmitir uma consciência do significado e das possibilidades das atividades científicas que ajudará o futuro cidadão a receber calma e sabiamente o crescente impacto dos avanços tecnológicos sobre o seu meio social. Finalmente tendo em mente aqueles estudantes que irão continuar seu treinamento científico, almejamos conseguir uma melhor continuidade de assunto e de didática entre o curso de química na escola secundária e os modernos cursos básicos de Química nas Universidades (WEIS, 1966, p. 1).

Na introdução da edição brasileira do *Chem-Study* observa-se a preocupação com a reformulação do ensino de Química:

> O vertiginoso desenvolvimento da Ciência e da tecnologia contemporânea tornou imperioso que se cuidasse, não só da atualização, mas até da reformulação de ensino da Química na escola secundária. O problema é basicamente o mesmo nas quais diversas regiões do mundo, em face da rapidez com que se propagam os frutos materiais da civilização (WEIS, 1966, p. 2).

Como se observa, este foi um período importante na história do Ensino de Ciências, que até hoje influencia as tendências curriculares. O projeto tinha como enfoque principal "[..] a formação e a identificação de uma elite, refletindo não só a política governamental, mas também uma concepção de escola" (KRASILCHIK, 2000, p. 2). As ideias presentes repercutiram de forma diferente em outros países. Na Inglaterra, ficou conhecido o "*Projeto Nuffield*". No Brasil, o estímulo foi voltado para a necessidade de se preparar os estudantes para impulsionar o progresso da ciência e da tecnologia nacional, considerando que o país estava em processo de industrialização.

Contudo, as transformações políticas pelas quais o país estava passava provocaram "[...] mudanças na concepção do papel da escola que passava a ser responsável pela formação de todos os cidadãos e não mais apenas de um grupo

privilegiado" (KRASILCHIK, 2000, p. 3). Percebe-se, assim, a ampliação do Ensino de Ciências através da Lei das Diretrizes e Bases da Educação, de 1961, que introduz as áreas das ciências a partir do 1º ano do Curso Ginasial no currículo escolar, além de aumentar a carga horária de Física, Química e Biologia. Para Krasilchik (1987, p. 10),

> Esta proposta implicava grandes alterações no Ensino de Ciências, vinculando o processo intelectual à investigação científica, quando, até então, o que se enfatizava era a observação para a constatação de fatos e a manipulação de equipamento. A mudança valorizava a participação do estudante na elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de variáveis, planificação de experimentos e aplicação dos resultados obtidos.

Os grandes projetos passaram a integrar novo objetivo, o que possibilitou a prática do método científico como imprescindível à formação do cidadão, que necessitaria desenvolver a tomada de decisão frente aos problemas que enfrentará no seu dia a dia. Destaca-se que esta nova postura marca diferença entre os projetos internacionais e nacionais, considerando que, para os primeiros, o uso do laboratório constituía inovação do ensino de Química e tinha como objetivo a introdução do método científico, de modo a "formar mini cientistas" (SICCA, 1996). Enquanto isso, nos projetos nacionais se iniciou nova postura marcada pela democratização do ensino, tendo em vista a convivência com os produtos da ciência e da tecnologia.

Mesmo que estes projetos tenham favorecido o repensar do Ensino de Ciências, fomentando mudanças significativas nas abordagens de ensino e aprendizagem, a "[...] visão de ciência que se passava era a de uma ciência neutra, deixando-se de lado toda a discussão sobre o papel da ciência na sociedade, que se desenrolava pelo menos desde o lançamento das bombas atômicas" (BELTRAN, 2015, p. 4).

No período de 1970-1980, novas mudanças ocorreram no cenário educacional. A ênfase na formação do futuro cientista deu lugar à formação do trabalhador, sendo relevante para o desenvolvimento econômico do país. No campo editorial, algumas publicações delinearam o fazer característico da tendência tecnicista, que surgiu a partir da crise da Pedagogia Nova. Em 1970, foi lançada a segunda edição do livro de Burrhus Frederic Skinner, *Ciência e Comportamento Humano*. No ano de 1972 ocorreu a publicação de dois volumes de *Taxonomia dos Objetivos Educacionais*:

> [...] a tarefa da taxionomia dos objetivos educacionais coloca-se, pois, como exigência enunciá-los em termos operacionais, isto é, traduzi-los em comportamentos expressos por verbos que indicam ações observáveis e não atos de consciência (SAVIANI, 2013, p. 371).

Os artigos publicados na *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* número 93 de janeiro/março de 1964 mais o número 104 de outubro/dezembro de 1966, refletiram a urgência de novas ideias pedagógicas. Nesse contexto, a concepção pedagógica tecnicista surge, reordenando o processo educativo de forma a privilegiar a objetividade e a operacionalização. O elemento fundamental desta concepção foi a organização racional dos meios, ao passo que se considerava secundária a posição do professor e do estudante, sustentado na psicologia behaviorista e numa visão filosófica neopositivista. Comparando as tendências pedagógicas apresentadas, se evidencia que a tradicional era centrada no aprender; a pedagogia nova fiava-se no aprender a aprender; enquanto a tecnicista enfatizava o aprender a fazer (SAVIANI, 2013).

Durante os governos da Ditadura Militar (1974-1985) pretendia-se modernizar e desenvolver o país. Neste enredo o Ensino de Ciências foi considerado fundamental à formação da mão de obra qualificada. Isso foi concretizado através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 5.692/71. As disciplinas das áreas científicas apresentaram um caráter profissionalizante, descaracterizando sua função no currículo. Porém, de acordo com Beltran (2015, p. 5),

> a padronização dos passos do método científico também teve outros desenvolvimentos, tais como sua adaptação a métodos de instrução programadas, dentro da tendência tecnicista da educação enfatizada nas políticas educacionais da ditadura militar sistematizadas nas diretrizes da lei 5692/71 que instituía o ensino secundário compulsoriamente profissionalizante. Dessa forma, destacavam-se as aplicações tecnológicas da ciência que continuava a ser vista como epítome do progresso humano.

Tal conteúdo normativo abalou o sistema educacional, pois, apesar de valorizar as disciplinas científicas, na prática, provocou sua fragmentação. Entretanto, as escolas tiveram atitudes contrárias frente às demandas dessa legislação. Em alguns casos permaneceram na preparação dos seus estudantes para o curso superior. Em outros, se configuraram no sentido de abandonar as pretensões irrealistas de formação profissional no 1º e 2º graus por meio de disciplinas pretensamente preparatórias para o trabalho. "O curso secundário perdeu a identidade

e uma das consequências foi a desvalorização da escola pública, pois instituições privadas resistiram às mudanças, burlando a lei e mantendo as características da educação propedêutica" (KRASILCHIK, 1987, p. 18).

Algo significativo neste período foram os projetos alternativos, resultados de um movimento que defendia a inovação no ensino de química e enfatizava o uso de atividades práticas em laboratório, como explica Beltran (2015, p. 4):

> [...] o Ensino de Ciências por metodologias "alternativas" representava uma significativa contribuição para a formação de estudantes mais críticos. Acreditava-se que orientar o estudante pelo caminho da observação de experimentos e elaboração de leis e teorias, buscando construir ideias bem fundamentadas, poderia contribuir para desenvolver nos estudantes o hábito de questionar afirmações sem base.

Observando um material editado no ano de 1977, intitulado "*Dos experimentos às teorias*", percebe-se a influência dos projetos dos EUA que viabilizaram a renovação do Ensino de Ciências no Brasil. O livro foi escrito a partir da experiência vivenciada desde 1957, com os projetos CBA e "*Chem Study*" que, em essência, se orientavam pelo método indutivo da natureza do conhecimento científico. Apresentaram que "a característica básica deste processo de ensino indutivo consiste em dar ao trabalho experimental um papel preponderante, ao contrário do antigo ensino dedutivo, onde a teoria era o ator principal" (ESPERIDIÃO; LIMA, 1997).

A perspectiva do ensino experimental, baseado em concepções empirista/indutivista, voltado ao processo de escolarização, não obteve êxito em relação as aprendizagens significativas e socialmente relevantes. A partir dos anos de 1980, novas abordagens foram surgindo, valorizando o conhecimento cotidiano dos estudantes. Aqui, é possível citar o "movimento das concepções alternativas" e o "modelo da mudança conceitual", onde o enfoque estava em perspectivas cognitivistas e construtivistas, tendo como ponto de vista a aprendizagem conceitual. Essas perspectivas fomentam, desde então, propostas curriculares significativas que contribuíram efetivamente para as mudanças no Ensino de Ciências e nas concepções de experimentação. Aqui, é importante ressaltar algo que serve como diferencial, promovendo novas abordagens, novos olhares à experimentação no ensino:

> Um marco de mudança paradigmática que merece ser assinalado é o que representa a passagem da concepção da aprendizagem das ciências como "atividade individual" para a concepção de uma aprendizagem das ciências como "construção social" do conhecimento, nas interações em contexto escolar (ZANON, 2008, p. 240-241).

Nesse contexto de implicações para o Ensino de Ciências a experimentação no ensino também começa a ser discutida através de outros enfoques, valorizando a aprendizagem dos conceitos. Alguns materiais se destacam porque contribuíram e contribuem para a visão construtivista da experimentação no ensino. O primeiro deles é a *Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau*, estruturado a partir de 1984 com professores de Química do estado de São Paulo. Teve como um dos princípios norteadores a experimentação enquanto momento de (re)elaboração do conhecimento. Os objetivos propostos para experimentação estavam pautados no contato do estudante com fenômenos químicos e na possibilidade de criar modelos explicativos por meio das suas observações, de seu sistema lógico mais a linguagem. Pautava-se também na possibilidade da criação de oportunidades pelo professor para que os estudantes utilizassem novas ideias e conceitos em outras situações.

O "*PROQUIM – Projeto de Ensino de Química para o 2º Grau*" (MASON *et al.*, 1987) começou a ser desenvolvido em 1980 a partir da necessidade de reformular o ensino de química, com menos exigência de memorização e para a sua inserção em vários aspectos da vida. O material foi elaborado considerando experiências dos docentes envolvidos e os bons resultados que obtiveram com os estudantes. "Por muito tempo o PROQUIM foi utilizado como material de referência nos cursos de licenciatura, representando uma proposta de ensino inovadora" (MÓL, 2011, p. 28).

Outro material que merece destaque foi produzido pelo GEPEQ - USP (Grupo de Pesquisa em Educação em Química) na década de 1990, com o título *Interações e Transformações – Química para o 2º Grau.* Em seu prefácio os autores destacam que o processo de aprendizagem seria caracterizado por contínua construção e reconstrução do conhecimento, a partir de experiências vivenciadas pelos estudantes. A função do professor seria de facilitador na elaboração e reconstrução dos conhecimentos. Juntamente com o guia do estudante há também o guia do professor, que apresenta as teorias de aprendizagem que fundamentam o material.

Entre outros materiais didáticos alternativos para o Ensino de Ciências, pode ser mencionado *Unidades experimentais: uma contribuição para o Ensino de Ciências*, organizado por Moraes *et al.* (1992), que pretendia ser um livro de ideias, de experimentos, fonte de consulta para os professores auxiliando-os na organização do Ensino de Ciências de primeiro grau, podendo ser utilizado no

segundo grau, adequando o nível das discussões. Os autores declaravam que o livro "além de servir de apoio, conduza os professores a um permanente questionamento de sua ação docente para fazer emergir inovações capazes de gerar as melhorias que todos almejam" (MORAES *et al.*, 1992, p. 10).

Nesse sentido, propostas de aulas práticas diferenciadas que proporcionavam a elaboração de hipóteses, diálogos, discussões e a construção de conceitos fundamentais para o Ensino de Ciências/Química, foram possibilitadas nos materiais didáticos publicados pela Editora da Universidade de Ijuí – RS, dos quais se destacam, segundo Machado; Mól; Zanon (2012, p. 32-3): "[...] os livros direcionados para o Ensino Médio, *Química 1 – Construção de Conceitos Fundamentais*" (MALDANER, 1992) e *Química 2 – Consolidação de Conceitos Fundamentais*" (MALDANER; ZAMBIAZI, 1992) [...]".

O objetivo principal dessas propostas é "[...] colocar os estudantes iniciantes diante de fatos químicos organizados didaticamente para observarem e perceberem a transformação química e com isso aprenderem a operar os equipamentos mais comuns em uma sala de aula [...]" (MALDANER, 1992, p. 7).

Salientam-se ainda algumas propostas didáticas desenvolvidas na década de 1980 que foram publicadas: "*Cotidiano e Educação Química*" (LUFTI, 1988) e "*Os Ferrados e Cromados – Produção Social e Apropriação Privada do Conhecimento Químico*" (LUTFI, 1992). Estas propostas têm como premissas em comum a importância de considerar o cotidiano no Ensino de Química, como forma de dar sentido e significado aos conceitos desenvolvidos em sala de aula para além do conceitual, buscando implicações sociais, ambientais e políticas (LUTFI, 1988; 1992).

O "*Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social – Peqs*", surge em 1988, publicado pela Editora da Universidade de Brasília. Este material foi reelaborado em módulos na proposta de ensino *Química na Sociedade* (MÓL; SANTOS, 1988) e depois passou a ser publicada por editora de maior porte que permitiu sua distribuição a escolas de todo país.

Ressalta-se que duas propostas de Mortimer e Machado (2007) e Santos e Mól (2005) surgiram como publicações tímidas de pequenos grupos de pesquisas em universidades que, aos poucos, ganharam adeptos e defensores por proporcionarem novas abordagens e visões sobre o ensino de Química. Posteriormente, foram aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio, permitindo sua divulgação e a distribuição para os estudantes de escolas públicas de todo o Brasil, "tornando-se alternativas reais a professores

que optam por desenvolver propostas de ensino diferenciadas das "tradicionais" (MÓL, 2011, p. 30).

Na década de 1990, grupos de professores da área de ciências/química, das universidades brasileiras que ofereciam cursos de Licenciatura, mobilizaram a elaboração e a publicação de diversos materiais didáticos para serem utilizados por professores e/ou por estudantes. Muitas dessas propostas didáticas foram fomentadas, idealizadas e expostas em dois eventos, a saber, Encontro Nacional do Ensino de Química (ENEQ), que ocorre bienalmente; Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), que ocorre anualmente. Ambos reúnem docentes universitários, professores da educação básica, estudantes de pós-graduação, graduação e estudantes do ensino médio. Discutem temáticas que abordam questões sobre os avanços e as limitações da Educação Química no Brasil, bem como a formação de professores.

A criação da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (DE/SBQ) em julho de 1988, durante a 11ª Reunião Anual da SBQ, é considerada marco para o desenvolvimento do Ensino de Ciência no país. Com o objetivo de congregar pesquisadores no ensino de química, exerce influência no modo como se ensina esta disciplina nas escolas brasileiras. Porém, suas atividades iniciaram efetivamente apenas em 1994 por meio da constituição da primeira Diretoria, durante o VII ENEQ, que ocorreu na Universidade Federal de Minas Gerais. Nessa ocasião foi fomentada a "[...] criação de uma revista para disseminação das ideias e dos resultados de pesquisas da comunidade de educação química que se mostrava em expansão, sendo criada a Revista Química Nova na Escola [...]" (RAMOS; MASSENA; MARQUES, 2015, p. 116). O primeiro número foi lançado em maio de 1995, durante a gestão da primeira Diretoria da DE/SBQ.

É de se notar a contribuição da seção Experimentação no ensino de química da Revista Química Nova na Escola, que tem como finalidade tornar a experimentação presente e significativa nas aulas. Lisbôa (2015) apresenta em seu artigo *QNESC e a Seção Experimentação no Ensino de Química* um levantamento detalhado de todos os artigos publicados nesta seção até maio de 2015. Os experimentos compilam diversos enfoques, da ilustração de fenômenos até a promoção de ideias prévias dos estudantes e dos professores.

Nesse contexto de implicações das propostas e das abordagens para o Ensino de Ciências, é importante pontuar os documentos oficiais que norteiam as ações pedagógicas para a sala de aula, entre eles, as Diretrizes Curriculares Nacionais

(DCN), que têm origem na LDB, de 1996 e; os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), criados em 1997.

Os PCN da área das ciências da natureza contemplam as disciplinas de Biologia, Física e Química, e preconizam as atividades experimentais para essa área, que deve partir de algum problema ou questão a ser respondida. O papel do professor está na orientação dos estudantes na busca de respostas e principalmente na escolha de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que deseja desenvolver e dos recursos materiais disponíveis. O foco da experimentação no ensino está na proposição em desenvolver habilidades processuais para aprender ciências, no que implica em elaborar hipóteses, testar, organizar resultados obtidos, refletir sobre o significado de resultados esperados e inesperados, bem como usar as conclusões à apropriação do conceito pretendido (BRASIL, 1999).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) propõem que a abordagem para a experimentação no Ensino de Química seja pautada em situações reais, vivenciadas pelos estudantes ou criadas na sala de aula. Elas defendem que:

> [...] uma experimentação que, não dissociada da teoria, não seja pretensos ou meros elementos de motivação ou de ilustração, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes (BRASIL, 2006, p. 117).

Percebe-se que a experimentação no ensino de Química vislumbra um cenário que valoriza o contexto de vivência, que favoreça o entendimento dos conceitos químicos ali presentes. Silva *et al.* (2009) defendem que a experimentação que considera em seu planejamento a contextualização, os aspectos socioculturais e econômicos relacionados a vida dos estudantes, promove resultados mais efetivos na aprendizagem.

A abordagem recomendada à experimentação nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), para o ensino de Química, está pautada na indissociabilidade da teoria e da prática, "[...] articulação teoria e prática, vinculando o trabalho intelectual às atividades práticas ou experimentais" (BRASIL, 2013, p. 178). Nesse sentido, fica claro que a experimentação por si só não garante a apropriação dos conhecimentos químicos. Contudo, ela é considerada essencial para as discussões e interações entre os saberes teóricos

e práticos. Do mesmo modo, a experimentação é relevante à construção do conhecimento científico, desde que o enfoque principal não seja somente sobre os procedimentos experimentais. Pois é fundamental que se "[...] priorize a busca da unidade entre teoria e prática" e que se exerça "[...] a problematização como instrumento de incentivo à pesquisa, à curiosidade pelo inusitado e ao desenvolvimento do espírito inventivo" (BRASIL, 2013, p. 182).

Os pressupostos apresentados pelas DCNEM (BRASIL, 2013) vão ao encontro das ideias apresentadas por Galiazzi e Gonçalves (2004), quando discutem como desenvolver atividades experimentais que favoreçam as aprendizagens. Apresentam três características relevantes: a contextualização dos conteúdos nas atividades experimentais; o questionamento e a construção de argumentos dentro de contexto dialógico com outros interlocutores e áreas de saber e; a comunicação e a validação dos argumentos construídos.

As DCNEM (BRASIL, 2013) orientam e reiteram aspectos já anunciados em documentos anteriores, que as abordagens contextualizadas e recontextualizadas sejam associadas à interdisciplinaridade. Estes dois pilares devem fundamentar as abordagens do ensino de Química dentro de perspectiva interativa, favorecendo as discussões advindas do cotidiano ou implementadas em sala de aula por meio da pesquisa. "A pesquisa, associada ao desenvolvimento de projetos contextualizados e interdisciplinares/articuladores de saberes, ganha maior significado para os estudantes" (BRASIL, 2013, p. 164).

O que se tem discutido nas pesquisas de Osborne (2014) é a importância de engajar os estudantes nas práticas de ciências com vistas à melhoria da aprendizagem. Entende-se por práticas de ciências um conjunto de práticas científicas encontradas no "*Framework for K-12 Science Education*" (NRC, 2012): fazer perguntas e definir problemas; desenvolver e usar modelos; planejar e conduzir investigações; analisar e interpretar dados; utilizar raciocínio matemático e computacional; construir explicações e desenhar soluções; engajar em argumentos a partir de evidência e; obter, avaliar e comunicar informações. No entanto, o engajamento dos estudantes nas práticas de ciências só tem efeito se:

> (a) ajudar os alunos a desenvolver uma compreensão mais profunda e ampla sobre o que sabemos, como sabemos e os construtos epistêmicos e procedimentais que guiam a prática da ciência; (b) for um modo mais efetivo de desenvolver tal conhecimento; e (c) apresentar um quadro mais autêntico da empreitada que é a ciência (OSBORNE, 2014, p. 183).

Os pressupostos apresentados e discutidos nesse texto direcionam o olhar à problematização sobre a experimentação no Ensino de Ciências, em particular no ensino de Química, tendo em vista que, historicamente, teve forte influência do pensamento lógico-positivista e comportamentalista, favorecendo visões simplistas sobre a natureza da Ciência. Galiazzi *et al.* (2001) afirmam que a experimentação representa atividade fundamental no Ensino de Ciências, que sua importância faz parte da crença dos professores, mas que na realidade das escolas é pouco frequente. As razões para esse comportamento podem ser justificadas pela falta de materiais à realização, pouco tempo para o planejamento do professor, excessivo número de estudantes por turma, formação precária do professor, indisponibilidade de laboratório e a indisciplina dos estudantes (LISBÔA, 2015). O discurso apresentado para o uso da experimentação pelos professores está centrado na falta ou dificuldade de algo.

Hodson (1994) salienta que a forma com que os professores abordam os trabalhos práticos em sala de aula é o motivo de insatisfação, enquanto acreditam que a sua realização se constitui como solução para os problemas de aprendizagem. O que se pode reiterar é que a experimentação constitui recurso pedagógico significativo, podendo auxiliar na construção dos conceitos científicos. Aqui, é possível elencar os seguintes objetivos da experimentação, conforme Hodson (1988): demonstrar fenômeno, ilustrar princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medidas, adquirir habilidades no manuseio de equipamentos, entre outros.

Vale destacar que a forma como a experimentação é apresentada para o estudante – como em roteiros, "receita", ou passo a passo –, sem a devida reflexão e questionamento crítico-científico, favorecem somente os princípios empiristas (GALIAZZI, 2001; FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010).

As concepções de ensino e aprendizagem que o professor acredita e exerce têm influência direta no papel da experimentação que será efetivamente desenvolvida com os estudantes. Se a ênfase for construtivista, as atividades experimentais podem mediar aquilo que o estudante sabe e o novo conhecimento a ser construído, favorecendo as discussões e colocando em confronto suas próprias convicções e constructos pessoais, provendo dados que possam desafiar e contradizer suas ideias. Como explicita Zanon (2008, p. 241): "a aprendizagem das ciências não é direta, mas culturalmente mediada, [...] sendo necessário compreender as interações intersubjetivas capazes de configurar relações dialéticas entre saberes existentes e novas formas de saber".

Na intenção de desenvolver a aprendizagem da ciência para que o estudante possa dar sentido ao mundo físico no qual está inserido, o trabalho experimental é de suma importância, pois, proporciona a familiarização com os fenômenos sobre os quais ele possa tecer entendimentos. Nesse interim, o docente tem papel fundamental na promoção dos processos investigativos, propondo problemas, viabilizando as discussões, criando oportunidades de reflexão, incrementando espaços que estimulem e desafiem os estudantes, suscitando a argumentação. O professor a exercer orientação no curso da transposição didática, auxiliando na transição do senso comum para o saber científico (TRIVELATO; SILVA, 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante o exposto neste texto, que traçou *Um Panorama da Experimentação no Contexto Escolar* a partir das *Perspectivas no Ensino de Ciências para o Ensino de Química*, resta evidenciada a relevância dos fazeres da ciência à sala de aula, delimitando atividades experimentais como recurso pedagógico recomendado por documentos oficiais. O desenvolvimento das pesquisas em torno da experimentação tem propiciado reflexões e a reconfiguração do seu significado para o ensino e à aprendizagem, o que possibilita participação ativa do público estudantil, bem como uma melhor condição para exercer planejamento didático por parte do docente frente as demandas da sociedade contemporânea brasileira.

REFERÊNCIAS

BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química. *In:* X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – X ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 24 a 27 de novembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 9.394/96 – 24 de dez. 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

ESPERIDIÃO, Y. M.; LIMA, N. de C. S. A. de. **Química**: dos experimentos às teorias. Vol. 1. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, n. 2, v. 32, p. 101-106, 2010.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 1999.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no Ensino de Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, jan./mar. 2000.

LISBÔA, J. C. F. QNESC e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.

LOPES, A. C. **Políticas de Integração Curricular**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2008.

LUFTI, M. **Cotidiano e Educação em química:** os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Ijuí: Unijuí, 1988.

LUFTI, M. **Ferrados e cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

MACHADO, A. H., MÓL, G. de S., ZANON, L. B. O Livro Didático como Possibilidade de Mediação de Inovações na Sala de Aula. *In:* MÓL, G. de S. (org.) **Ensino de química**: visões e reflexões. Ijuí: Unijuí, 2012.

MALDANER, O. A. **Química 1**: construção de conceitos fundamentais. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992.

MALDANER, O. A., ZAMBIAZI, R. **Química 2:** Consolidação de Conceitos Fundamentais. Ijuí, RS: Unijuí, 1993.

MASON, A. B. *et al.* **Proquim - projeto de ensino de química para o segundo grau.** Campinas: Unicamp, 1987.

MÓL, G. de S. (org.) **Ensino de química**: visões e reflexões. Ijuí: Unijuí, 2012.

MÓL, G. de S. (org.). O ensino de Química no ano internacional da Química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, ago./dez. 2011.

MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P. (coord.). **Química na Sociedade**: Projeto de ensino de Química em um contexto social. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1988.

MORAES, R., ROSITO, B. A., RAMOS, M. G., BORGES, R. M. R. **Unidades experimentais**: uma contribuição para o ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1992.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. São Paulo, SP: Scipione, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A framework for K-12 science education**: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. 2012.

OSBORNE, Jonathan. Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014.

RAMOS, M. G., MASSENA, E. P., MARQUES, C. A. Química Nova na Escola – 20 anos: Um Patrimônio dos Educadores Químicos. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 2, p. 116-120, dez., 2015.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coord.). **Química e Sociedade**. São Paulo, SP: Nova Geração, 2005.

SAVIANI, D. **Escola e democracia:** teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre a educação política. 41. ed. revista. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

SAVIANI, D. **Histórias das ideias pedagógicas no Brasil.** 4. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular para o ensino de Química:** 2 º grau. Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. 2. ed. São Paulo: SE/CENP, 1988.

SICCA, N. A. L. Razões históricas para uma nova concepção de laboratório no ensino de química. **Paidéia**, FFCLRP-USP, p. 115-129, fev./ago. 1996.

SILVA, R. T. *et al.* Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no ensino de Química “da Revista Química Nova 2000 – 2008. **Ensaio – Pesq. Educ. Ciênc.**, v. 11, n. 2, 2009.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências.** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WEIS, C. H. **Química:** uma ciência experimental. 3. ed. São Paulo: Edart Livraria, 1973.

ZANON, L. B. Tendências Curriculares no Ensino de Ciências/Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios de formação escolar. *In:* ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. **Educação química no Brasil:** memórias, políticas e tendências. Campinas, SP: Átomo, 2008.

Parte 2
PROPOSIÇÕES EM PESQUISAS NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

6 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA: UM ESTUDO DAS POSSIBILIDADES DISCURSIVAS PRESENTES NOS ROTEIROS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

***Bruna de Paula Rezende*[1]**
***Ana Carolina Araújo da Silva*[2]**

1 INTRODUÇÃO

As atividades experimentais permitem aos estudantes estabelecerem elos entre as explicações teóricas a serem desenvolvidas em sala de aula e as observações possibilitadas por esse tipo de atividade. Nos últimos anos, inúmeras publicações científicas, nacionais e internacionais têm respaldado a relevância das atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem (GIORDAN, 1999; ANDRADE; VIANA, 2017; GUIMARÃES, 2009; SUART, 2014). Entretanto, sabemos que muitos dos resultados das pesquisas não chegam nas aulas de Química. Este fato, em geral, é justificado pela falta de materiais e infraestrutura, bem como o pouco tempo que os professores dispõem para organizar as atividades (SUART, 2014).

Em razão desta carência, os Livros Didáticos (LDs) têm disponibilizado uma série de atividades experimentais que sejam economicamente acessíveis à realidade das escolas públicas brasileiras, e que levem em conta a participação dos estudantes no processo de aprendizado. Portanto, aplicar atividades experimentais

---

1 Estudante do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, São Pedro, Juiz de Fora, MG, 36036-900. Contato: rezendebruna@outlook.com

2 Professora da Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, São Pedro, Juiz de Fora, MG, 36036-900. Contato: anacarolina.silva@ufjf.edu.br

em sala de aula envolve desenvolver o conceito auxiliando no processo de apropriação de conhecimento. Para Giordan (1999) a elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente pelo motivo da organização desse conhecimento ocorrer preferencialmente nos entremeios da investigação. Outra perspectiva para o desenvolvimento de atividades experimentais é o ensino investigativo. A atividade investigativa foi proposta por John Dewey e já é muito bem implantada em países da América do Norte e Europa (MUNFORD; LIMA, 2007).

Sá e Panzera (2012) argumentam que as atividades investigativas são uma estratégia que o professor pode utilizar para diversificar a sua prática no cotidiano escolar. São atividades centradas nos alunos e estes podem desenvolver diversas capacidades, entre elas cita-se: desenvolver a autonomia, tomar decisões, pensar embasados em critérios bem definidos etc. Para esses autores as atividades investigativas são caracterizadas por:

> **Construir um problema:** deve envolver uma situação que conduz a uma indagação para a qual o sujeito não dispõe de uma resposta imediata a ser simplesmente evocada, o que o remete ao envolvimento em um dado processo por meio do qual ele produz novos conhecimentos. [...];
>
> **Valorizar o debate e argumentação:** para todo problema autêntico deve existir, provavelmente, uma diversidade de pontos de vista sobre como abordá-lo. Por isso, é natural que uma situação-problema desencadeie debates e discussões entre os estudantes. [...];
>
> **Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências:** o termo evidências refere-se ao conjunto de observações e inferências que supostamente dão sustentação a uma determinada proposição ou enunciado. Processos de experimentação e observação controlada normalmente são dirigidos à busca e à avaliação de evidências que podem estar disponíveis ao fim do experimento ou em bancos de dados;
>
> **Aplicar e avaliar teorias científicas:** a apropriação do conhecimento científico por parte dos alunos é demonstrada quando esses recorrem a teorias e modelos para reconhecer e interpretar as evidências encontradas;
>
> **Permitir múltiplas interpretações:** a diversidade de perspectivas e expectativas que são mobilizadas em uma investigação permite múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno e, assim, o processo de produção de consensos e de negociação dos sentidos dá lugar a uma apropriação mais crítica dos conhecimentos da ciência escolar (SÁ; PANZERA, 2012, p. 1).

De acordo com Sá e Panzera (2012), os roteiros das investigações experimentais podem ser organizados em três abordagens:

> **Investigação estruturada:** o professor propõe aos estudantes um problema para investigar, fornece os procedimentos e os materiais, não os informam sobre os resultados previstos, mas propõe questões para orientá-los a conclusão. Os estudantes devem descobrir relações entre as variáveis ou generalizar de outra maneira os dados coletados;
>
> **Investigação semiestruturada:** o professor fornece o problema para investigar e os materiais. Os estudantes devem planejar seu próprio procedimento para resolver o problema, além de chegar as suas próprias conclusões;
>
> **Investigação aberta:** nesta abordagem o professor pode propor ou não o tema a ser investigado. O estudante tem ampla autonomia para a realização da atividade, devendo formular seu próprio problema para investigar, planejar seu procedimento, sistematizar os dados coletados, fazer as interpretações e planejar estratégias de socialização do conhecimento construído (SÁ; PANZERA, 2012, p. 2).

Os Livros Didáticos, como tradicionalmente são conhecidos, ainda exercem importante papel nos processos de ensino e aprendizagem, o que o faz um objeto recorrente nas pesquisas educacionais (SOUZA, 2016). Na maioria das vezes chega a ser o único material de acesso de professores e estudantes, nesse sentido o livro constitui-se como recurso básico na prática pedagógica do professor, já que possibilita o acesso a "informações relevantes, a fim de contribuir para o planejamento pedagógico e fornecer informações que ajudam desenvolver nos alunos capacidades que lhes são úteis para aprender mais [...]" (SIGANSKI; FRISON; BOFF, 2008, p. 3).

Para Quadros, Lélis e Freitas, "o livro didático tem sido um dos recursos mais utilizados pelos professores e também muito discutido na literatura. Em algumas escolas, inclusive, ele é a base de toda a prática docente" (2015, p. 105). Deste modo, compreende-se que o Livro Didático pode ser uma ferramenta influenciadora tanto na prática pedagógica do professor como na apropriação da linguagem presente nos discursos escritos do material. Portanto, o segundo conceito utilizado para a análise dos LDs de Química será os tipos de perguntas presentes nas atividades experimentais.

Diante do exposto, é fato que o estudo da temática Experimentação no Ensino de Química tem sido de preocupação no contexto da área de Educação Química no Brasil. Sendo assim, este trabalho faz parte de um recorte de pesquisa

desenvolvido na Universidade Federal de Juiz de Fora e justifica-se pela necessidade em compreender as diferentes atividades presentes nos Livros Didáticos. Entendemos que o ensino por investigação é amplo e envolve outras atividades além dos experimentos. Portanto, buscamos compreender o grau de abertura discursiva presente nas atividades experimentais propostas pelos LDs.

Apresentar uma pesquisa voltada ao estudo dos Livros Didáticos com foco nas atividades experimentais é contribuir com o ensino, extensão e pesquisa, que são de fundamental importância para a formação inicial e continuada dos professores da Educação Básica, formadores e licenciandos/estagiários da UFJF e de outras instituições. Além do mais, este trabalho poderá contribuir com novas pesquisas sobre LDs. Em vista disso, esta pesquisa tem por objetivo analisar nos livros didáticos de Química da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) as possibilidades discursivas que esses materiais podem possibilitar em sala de aula. Na análise dos LDs, tentaremos identificar as possibilidades que esses materiais favorecerão para as interações discursivas entre professores e estudantes em sala de aula. Para isso, utilizaremos a ferramenta de análise do gênero discursivo das aulas de ciências de Mortimer e Scott (2002; 2003). Enfim, a ideia desta investigação é impulsionar a compreensão sobre materiais didáticos de Química, especificamente na área de Ciências da Natureza.

2 AS ABORDAGENS COMUNICATIVAS E OS TIPOS DE PERGUNTAS

É fato que as práticas discursivas têm sido tema de interesse, no contexto da área de Educação Química, bem como entre os professores em formação continuada, que estão em constante troca dialógica e discussão das questões educacionais. Trazer uma pesquisa voltada ao estudo dos livros didáticos significa contribuir com a formação inicial e continuada dos professores. Mesmo sabendo que os LDs podem não ser o único material utilizado nas aulas, a ideia é problematizar esse recurso para impulsionar transformações necessárias no compromisso com a formação integrada de desenvolvimento do pensamento do ser humano na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT).

Uma das ferramentas conhecidas para planejar as aulas de ciências permite que as estratégias enunciativas dos professores sejam identificadas e descritas

de acordo com cinco aspectos que se inter-relacionam, são eles: as intenções do professor, o conteúdo, a abordagem comunicativa, os padrões de interação e a as intervenções feitas pelo professor (Quadro 1).

Quadro 1 - Aspectos da Análise

Aspectos da Análise	
I. Focos do ensino	1. Intenções do professor 2. Conteúdo
II. Abordagem	3. Abordagem comunicativa
III. Ações	4. Padrões de interação 5. Intervenções do professor

Fonte: Mortimer; Scott (2002).

De acordo com o Quadro 1, os aspectos da análise são divididos em: I - Focos do Ensino, II - Abordagem e III - Ações. Em focos do ensino são avaliadas as intenções do professor e o conteúdo. Na abordagem, é considerada a forma de abordar o tema que o professor adota. E em ações são identificados os padrões de interação e as intervenções do professor. Neste capítulo, apresentamos os conceitos de abordagem comunicativa e os padrões de interação que auxiliarão na análise dos dados desta pesquisa.

O conceito de "Abordagem Comunicativa" é central na estrutura analítica, fornecendo a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas, as quais resultam em diferentes padrões de interação. Mortimer e Scott (2002) identificam quatro classes de Abordagens Comunicativas, que são definidas por meio da caracterização do discurso entre professores e alunos ou entre alunos em termos de duas dimensões: discurso *dialógico* ou *de autoridade*; discurso *interativo* ou *não-interativo*.

Quando um professor interage com os estudantes em uma sala de aula de Ciências, a natureza das intervenções pode ser caracterizada em termos de dois extremos. No primeiro deles, o docente considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma 'voz' é considerada e há uma interanimação de ideias (MORTIMER; SCOTT, 2002). Esse primeiro tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa *dialógica*. No segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto

de vista do discurso científico escolar que está sendo construído (MORTIMER; SCOTT, 2002). Este segundo tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa *de autoridade*, na qual apenas uma 'voz' é ouvida e não há interanimação de ideias.

Na prática, qualquer interação provavelmente contém aspectos de ambas as funções, dialógica e de autoridade. Uma característica importante da distinção entre as abordagens dialógicas e de autoridade é que uma sequência discursiva pode ser identificada como dialógica ou de autoridade independentemente de ter sido enunciada por um único indivíduo ou interativamente. O que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista – mais de uma 'voz' é ouvida e considerada – e não que ele esteja sendo produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário. Esse último aspecto está relacionado à segunda dimensão da abordagem comunicativa, que distingue entre o discurso *interativo*, aquele que ocorre com a participação de mais de uma pessoa e o discurso *não-interativo*, que ocorre com a participação de uma única pessoa. Como mostra o Quadro 2, essas duas dimensões podem ser combinadas para gerar quatro classes de abordagens comunicativas.

Quadro 2 - As quatro classes de abordagem comunicativa

	Interativo	Não Interativo
Dialógico	Interativo / Dialógico	Não interativo / Dialógico
De Autoridade	Interativo / de autoridade	Não interativo / de autoridade

Fonte: Mortimer; Scott (2002).

Para que o docente possa garantir que as diferentes formas de abordagens ocorram em suas aulas, ele precisa trabalhar de modo que seja estabelecido um contrato didático com a turma, a fim de que os alunos correspondam às interações. Ou seja, os alunos precisam se acostumar a participar naturalmente das discussões. Isso também não é tarefa fácil; o professor precisa construí-la na sala de aula. Esse contrato didático está realmente em vigor quando os estudantes expõem suas opiniões naturalmente, sem se importar se vão parecer certos ou errados, e o professor, por sua vez, sempre incentiva os estudantes a continuarem a discussão, valorizando suas opiniões e mantendo o diálogo. Quando isso

acontece de maneira natural, entendemos que esse contrato didático, ainda que "invisível", está em real funcionamento.

O que comumente acontece é que, estando o professor numa abordagem interativa de autoridade, ele sempre avalia os comentários dos estudantes, porém, quando os estudantes percebem que estão sempre sendo avaliados, vão se tornando cada vez mais inibidos de dizer o que pensam. Já na abordagem interativa dialógica, o professor pode considerar os diversos pontos de vista, por mais que sejam errôneos e ingênuos. O docente, em vez de avaliar imediatamente o ponto de vista do aluno, pode fornecer uma chance para que ele discuta seu próprio ponto de vista, explique melhor e vá, ele próprio, percorrendo o caminho para chegar a uma explicação mais próxima do ponto de vista da ciência. Ainda que a abordagem interativa de autoridade seja importante, pois é com ela que o professor consegue guiar os estudantes pelo caminho que ele pretende, a abordagem interativa dialógica é fundamental para que o aluno tenha segurança em expor seus pontos de vista, sentir que são valorizados, para que ele possa caminhar adquirindo conhecimento partindo daquilo que já sabe.

O segundo conceito utilizado para a análise do LDs de Química foram as iniciações de Mehan (1979). Para uma caracterização mais detalhada, é possível categorizar os tipos de perguntas (iniciação) e de respostas. Tendo como referência os trabalhos de Mehan (1979) e Silva, Duarte e Silva (2018), temos quatro possibilidades de iniciação para uma interação:

> **Iniciação de escolha:** a iniciação de escolha corresponde a uma enunciação na qual o professor espera que o estudante concorde ou discorde de alguma coisa, ou escolha entre algumas opções. Por exemplo, quando o professor pergunta: "essa substância é ácida ou básica?", "a reação é endotérmica ou exotérmica?";
>
> **Iniciação de produto:** a iniciação de produto é aquela que demanda do estudante uma resposta que seja um nome, um lugar, uma data, uma cor, etc. Por exemplo, "qual gás está sendo liberado nessa reação química?", "qual a fórmula da água?";
>
> **Iniciação de processo:** este tipo de iniciação normalmente trata de uma pergunta do tipo "por que", "como", "o que acontece", que demanda do estudante uma explicação ou uma descrição de alguma coisa. Exemplo, "o que acontece quando misturamos água e óleo?";
>
> **Iniciação de metaprocesso:** esse tipo de iniciação é identificado quando o professor pede uma reflexão do estudante, com questionamentos do tipo "explique

> melhor seu raciocínio" ou "como você chegou a essa conclusão" ou "o que você quis dizer com isso?". De forma a pedir o estudante que reformule seus enunciados e exponha melhor seus pensamentos (SILVA; DUARTE; SILVA, 2018, p. 200).

As perguntas e respostas dos estudantes são categorizadas dessa mesma forma (escolha, produto, processo e metaprocesso), mas isso não significa que um tipo de iniciação resultará, necessariamente, no mesmo tipo de resposta. Existe também a "pergunta retórica" que não analisaremos, ela acontece quando o professor faz perguntas, mas não deixa espaço para respostas (SILVA; DUARTE; SILVA, 2018).

Sendo assim, também temos como objetivo analisar nos LDs de Química os tipos de perguntas e as possibilidades de interações que essas perguntas podem proporcionar em sala de aula. Portanto, ensinar Química envolve inserir os estudantes na apropriação dos conceitos científicos e na linguagem dessa ciência. Nesse sentido, as abordagens comunicativas constituem-se como estratégia imprescindível à aprendizagem não só dos alunos, mas também do professor, este que vai mediando o conhecimento científico por meio da problematização, do questionamento e da argumentação no processo de ensino na área de CNT.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Nesta pesquisa, temos como fonte de conteúdo os livros didáticos de Química. Para Bogdan e Biklen (1994, p. 16), os dados "são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico". Na análise dos LDs de Química, procuramos compreender como as atividades experimentais podem auxiliar os professores e seus alunos na busca pelo desenvolvimento de conceitos científicos. Para atingir tal objetivo, adotamos os pressupostos teóricos da análise de conteúdo (BARDIN, 1995). A análise de conteúdo é composta por um conjunto de técnicas que auxiliam os pesquisadores na caracterização das vivências do sujeito e suas percepções sobre um objeto e seus fenômenos, proporcionando o levantamento de indicadores (quantitativos ou não) que permitem ao final da análise a interpretação dos dados coletados (BARDIN, 1995; CAVALCANTE; CALIXTO; PINHEIRO, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Na análise de conteúdo, há a necessidade de compreensão dos objetivos e referenciais de pesquisa. Para Franco (2005), definidos os objetivos da pesquisa, determinado o referencial teórico e conhecido o tipo de material a ser analisado, o pesquisador passa, então, para a definição das unidades de análise. As unidades de análise dividem-se em: unidades de contexto e unidades de registro. A unidade de registro é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada a partir das categorias levantadas e podem ser uma palavra, um tema, um personagem e/ou um item. Já a unidade de contexto é a parte mais ampla do conteúdo a ser analisado, no entanto, é indispensável para a análise e interpretação dos textos.

Segundo Bardin (2011), existem três etapas principais para a análise de conteúdo, são elas: pré-análise, exploração do material e interpretação. A pré-análise, primeira etapa, compreende a definição do *corpus* de análise, a leitura flutuante das atividades experimentais presentes nos LDs e a elaboração de indicadores que permitem, ao final das etapas, a interpretação das atividades selecionadas.

Em uma análise inicial dos LDs, identificamos que os volumes iguais abordam conteúdos parecidos. Por exemplo, os volumes 1 trabalham com conceitos de modelos atômicos, estruturas, propriedades e transformações da matéria, funções inorgânicas, tabela periódica e ligações químicas, entre outros. Os volumes 2 abordam, entre outros, os conteúdos relacionados a unidades de medidas química, teoria cinética dos gases, misturas gasosas, estequiometria, soluções, cinética e equilíbrio químico. Já os volumes 3 dos LDs trabalham com os conceitos relacionados a funções, reações e nomenclatura dos compostos orgânicos, isomeria, petróleo, Química dos alimentos, Química do meio ambiente, drogas, fármacos e outros conteúdos. Dessa forma, definimos como *corpus* de análise as atividades experimentais contidas nos volumes 3 dos LDs aprovados pelo PNLD de 2018, mais especificamente, as atividades experimentais disponíveis nos capítulos que abordam a temática "alimentos". A escolha em analisar as atividades presentes nos capítulos cujo tema é a Química dos alimentos justifica-se pelo fato de o assunto estar presente em cinco dos seis LDs utilizados nesta pesquisa, além de ser um tema que permite inúmeras formas de contextualização. Os LDs foram nomeados de LD1 a LD6. Para a sua identificação, conforme apresentado no Quadro 3, utilizamos o título do livro, a editora, o nome dos autores e/ou coordenadores/organizadores e o seu código.

Quadro 3 - Identificação dos livros didáticos

Livro Didático	Título; editora; nome dos autores e/ou coordenadores/ organizadores	Código
LD1	Vivá Química; editora Positivo; Novais e Tissoni	0153P18123
LD2	Química; editora Scipione; Andréa Horta Machado e Eduardo Fleury Mortimer	0041P18123
LD3	Química Ser Protagonista; editora SM; edições SM	0074P18123
LD4	Química; editora Moderna; Ciscato, Pereira, Chemello e Proti	0185P18123
LD5	Química; editora Ática, Martha Reis	0020P18123
LD6	Química Cidadã; editora AJS; Wildson Santos e Gerson Mól	0206P18123

Fonte: As autoras (2022).

Para categorizar os experimentos, utilizamos da seguinte classificação: as atividades que possuem um problema ou situação problema e/ou propiciam o levantamento de hipóteses foram definidas como Atividades Experimentais Investigativas (AEI) e as que não possuem as características descritas acima foram categorizadas como Atividades Experimentais Simples (AES).

Após a conclusão da primeira etapa, partimos para a segunda, que consiste na exploração do material, na contagem e na categorização das atividades em AES ou AEI. Nesta etapa, também categorizamos e contamos os tipos de roteiros experimentais presentes nos LDs e os tipos de perguntas disponíveis para auxiliar os estudantes na construção dos conhecimentos científicos. Esse processo foi realizado para as Atividades Experimentais Investigativas e Simples.

Para categorizar os roteiros experimentais, utilizamos a definição abordada por Sá e Panzera (2012) e, para classificar as perguntas neles disponíveis, utilizamos as definições de Mehan (1979). Conforme Sá e Panzera (2012), os roteiros podem ser categorizados em: estruturados, quando apresentam materiais e procedimento; semiestruturados, quando são fornecidos aos estudantes somente os materiais, ficando a cargo deles a elaboração do procedimento; e os roteiros classificados como abertos permitem aos discentes definirem os materiais necessários para a realização do experimento, bem como a elaboração do procedimento a ser adotado por eles. No estudo das perguntas presentes nos roteiros, utilizamos os quatro tipos de iniciações definidos por Mehan (1979): iniciação de escolha, iniciação de produto, iniciação de processo e iniciação de metaprocesso. Em sala de aula, a iniciação de escolha pode envolver uma demanda do professor para

aluno, na qual ele deve concordar, discordar de algo ou escolher entre algumas opções apresentadas. Na iniciação de produto, o professor tem a intenção de obter do estudante uma resposta exata, como um nome, um lugar, uma fórmula e/ou estrutura química etc. Na iniciação de processo, o professor poderá requerer que o estudante explique ou faça descrição de algo; normalmente, são perguntas do tipo "por que", "como", "o que acontece". A iniciação de metaprocesso é identificada quando o docente exige um raciocínio e uma reflexão maior por parte dos discentes.

Por fim, a terceira etapa consiste na interpretação dos recortes das atividades experimentais, que são as unidades de contexto desta pesquisa. Os recortes são partes das atividades que nos fornecem as características daquela atividade, ou seja, se a atividade possui um problema, uma situação-problema e/ou se permite que o aluno crie hipóteses. Essas características, além de serem os indicadores deste estudo, são as unidades de registro. Nesta fase, procuramos compreender os dados e as informações obtidas a partir da análise dos livros.

4 ANÁLISE DE DADOS

Após o reconhecimento dos roteiros experimentais que trabalham com o tema Química dos alimentos, disponíveis nos volumes 3 de cada LD elaboramos uma tabela (Tabela 1), para identificar algumas características das atividades, como o LD correspondente, a página a que pertence, sua classificação em Atividade Experimental Simples (AES) ou Atividade Experimental Investigativa (AEI) e para quantificar os tipos de perguntas existentes em cada roteiro.

Tabela 1 - Identificação dos roteiros experimentais disponíveis em cada LD

Roteiro	Livro Didático, Página	Classificação da Atividade Experimental	Quantificação dos Tipos de Perguntas (iniciação)			
			Escolha	Produto	Processo	Metaprocesso
1	LD1, p. 258	AES	0	2	0	0
2	LD4, p. 207	AEI	1	0	7	2
3	LD4, p. 228	AEI	1	2	3	2
4	LD6, p. 72	AEI	2	1	3	1

Fonte: As autoras (2022).

A partir da análise da Tabela 1, observamos que dos seis LDs aprovados pelo PNLD de 2018, apenas três deles trazem atividades experimentais relacionadas à temática "alimentos". Destacamos que o LD2 e o LD5 apresentam uma unidade cada um, que trabalha com o tema "Química dos alimentos", porém, não há atividades experimentais e o LD4 apresenta dois capítulos, com um experimento cada um, envolvendo a "Química dos alimentos".

Ainda na Tabela 1, identificamos que dos quatros roteiros encontrados nos LDs, três deles são considerados Atividades Experimentais Investigativas e um Atividade Experimental Simples. Sendo assim, os roteiros 2, 3 e 4 apresentam um problema ou situação problema, e/ou permite o levantamento de hipóteses pelos alunos. Na análise dos tipos de perguntas disponíveis em cada atividade, observa-se que dois roteiros abordam as quatro categorias de iniciação. Verificamos também um maior número de perguntas no roteiro 2, seguido dos roteiros 3 e 4, e o roteiro 1 apresenta somente duas perguntas.

5 POSSIBILIDADES DISCURSIVAS PRESENTES NOS ROTEIROS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Para este estudo, destacamos que as unidades de contextos são os roteiros das atividades experimentais, e cada unidade será analisada separadamente. Neste tópico, vamos enfatizar algumas características presentes em cada roteiro e as possibilidades discursivas que as perguntas podem favorecer.

O roteiro 1 encontra-se no LD1 na unidade denominada de "Química e alimentos". Essa unidade trabalha com três conteúdos principais: proteínas, lipídios e carboidratos. Dentro de cada tópico, os autores abordam: constituição e estrutura das proteínas; óleos e gorduras; classificação dos carboidratos; estrutura cíclica dos açúcares; aminoácidos e ácidos graxos essenciais; açúcares importantes e suas características. Há, ainda, tópicos relacionados à importância da bioquímica e digestão e energia dos alimentos. As atividades experimentais presentes no LD1 localizam-se na seção "Química: prática e reflexão". Para os autores, essa seção traz experimentos com orientações e recomendações de segurança, além de questões que estimulam a reflexão por parte dos estudantes.

Na Figura 1, apresenta-se o roteiro 1. Observa-se que ao iniciar a atividade experimental, os autores disponibilizam um pequeno texto para contextualizar a

prática, porém, neste texto não se identifica perguntas que propiciam aos docentes trabalharem a atividade a partir de um problema ou situação problema e/ou levantamento de hipóteses. Dessa forma, classificamos esse roteiro como uma Atividade Experimental Simples (AES). Ao analisarmos os questionamentos 1, 2 e 3 disponíveis no roteiro, identificamos a abordagem de apenas um tipo de iniciação. As questões 1 e 2 representam perguntas do tipo produto, pois solicitam dos alunos respostas curtas, por exemplo: descrever a função da suspensão de amido e da solução de sacarose e as colorações observadas nos tubos de ensaio após a adição do lugol. A questão 3 deste roteiro não se enquadra nas nossas categorias de análise, pois envolve uma atividade de pesquisa que pode ser trabalhada dentro ou fora de sala de aula.

Os roteiros 2 e 3 localizam no mesmo LD, LD4, mas em capítulos diferentes. As atividades experimentais do LD4 estão disponíveis na seção "Atividade prática". Segundo os autores, essa seção é composta por atividades simples e investigativas que podem ser realizadas em casa ou em sala de aula. Para eles, os questionamentos disponíveis nos roteiros encaminham os estudantes à interpretação dos resultados e os auxiliam na conclusão das atividades.

Figura 1 - Roteiro 1

Química: prática e reflexão

O mel é um alimento bastante apreciado por seu sabor e valor nutritivo. Na tradição popular afirma-se também que ele tem propriedades medicinais. O mel é apenas um dos diversos alimentos dos quais se registram casos de adulteração. A adulteração de alimentos é, segundo a Lei Federal n. 9.677/98, crime hediondo contra a saúde pública. Geralmente, a adulteração do mel é feita por meio da adição de xarope de amido derivado de cana-de-açúcar ou milho (glicose comercial).

Material necessário

- 4 tubos de ensaio
- 3 pipetas de 1 mL ou seringas descartáveis sem agulha
- bagueta de vidro ou colher
- caneta marcadora de vidro
- balança
- solução de Lugol 5% (pode ser adquirida em farmácias)
- suspensão de amido em água a 1% recém-preparada
- solução aquosa de sacarose a 0,1 mol/L
- mel natural
- mel artificial (xarope de milho ou alimento à base de glicose comercial)
- conta-gotas
- água

Procedimentos

1. Identifiquem os tubos de ensaio com números de 1 a 4.
2. No tubo 1, coloquem 1 mL da suspensão de amido.
3. No tubo 2, coloquem 1 mL da solução de sacarose.
4. No tubo 3, coloquem 1 g de mel natural.
5. No tubo 4, coloquem 1 g de mel artificial.
6. Adicionem 1 mL de água nos tubos 3 e 4. Em seguida, agitem.
7. Adicionem 2 gotas de solução de Lugol a cada tubo. Agitem e observem.

Atenção! Use óculos de segurança, luvas de látex e avental de mangas compridas. Nunca coloque os materiais do laboratório na boca.

Descarte de resíduos: Os líquidos dos tubos de ensaio podem ser descartados diretamente no ralo de uma pia; o restante do material pode ser limpo e armazenado para ser utilizado em outra atividade prática.

Fonte: CISTERNAS, J. R.; MONTE, O.; MONTOR, W. *Fundamentos teóricos e práticas em bioquímica*. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 58-59.

Analisem suas observações

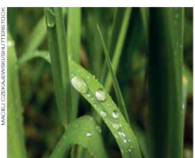
Não escreva neste livro.

1. Sabendo que a solução de Lugol contém iodo e que este forma um complexo colorido com o amido, mas não com dissacarídeos, indique qual é a função da suspensão de amido e da solução de sacarose nesta atividade prática.
2. Quais foram as colorações observadas nos três tubos após a adição da solução de Lugol?
3. Pesquisem uma reportagem sobre adulteração de alimentos em jornais, revistas ou *sites* confiáveis. Preparem uma apresentação oral sobre a reportagem. Ao final das apresentações, escrevam um pequeno texto argumentativo sobre o tema.

Fonte: LD1 (2016, v. 3, p. 258-259).

O roteiro 2 encontra-se no LD4 no capítulo denominado "Óleos e gorduras: da alimentação a higiene". Inicialmente, os autores introduzem o capítulo abordando os seguintes assuntos: alimentação saudável, obesidade no Brasil e as emulsões. Em seguida, o capítulo é dividido em três temas: triglicerídeos na alimentação e as gorduras trans, ácidos graxos ômega-3 e o colesterol e os detergentes sintéticos e a bile. A atividade experimental localiza-se no tema a bile e os detergentes sintéticos. Nesse tema, os autores associam a ação de limpeza dos detergentes à ação da bile (responsável pela digestão de óleos e gorduras) no nosso organismo, trabalhando com conteúdos que abordam a função e constituição da bile, dos detergentes, xampus, sabões e condicionadores; reações de saponificação; influência da água dura na ação do sabão e a diferença entre sabão e sabonete.

Na Figura 2, apresentamos o roteiro 2. Verificamos que os autores iniciam a atividade prática com o seguinte questionamento "Tensão superficial: Será que a agulha afunda?". Diferentemente do roteiro 1, essa pergunta inicial permite ao professor conduzir a atividade experimental a partir de um problema, sendo assim, esse roteiro é considerado como uma Atividade Experimental Investigativa (AEI).

De acordo com Sasseron (2015), o ensino investigativo é caracterizado como uma forma de trabalho que o professor pode utilizar para que os alunos engajem em discussões, busquem a resolução de um problema, exercitem práticas e raciocínios de comparação e, ao mesmo tempo, tenham contato com fenômenos naturais.

No roteiro 2, identificamos um total de dez questionamentos (Tabela 1). Todas as perguntas disponíveis no roteiro foram analisadas. Verificamos a presença de três tipos de iniciação. Nos roteiros desse livro (LD4), as perguntas são distribuídas em duas seções: "Perguntas" e "Conclusões". A questão 1 disponível na seção "perguntas" caracteriza-se por uma iniciação do tipo escolha, no qual espera-se que o aluno concorde ou discorde da pergunta apresentada. As perguntas 2 e 3 da seção "perguntas" são do tipo processo, pois requerem dos estudantes uma explicação para os fatos que foram apresentados no texto ou observados durante a prática. Destacamos que a questão 2 requer do estudante três explicações diferentes. A questão 2 da seção "conclusões" caracteriza-se como uma iniciação do tipo processo e metaprocesso, pois exige que o aluno tenha um raciocínio e reflexão mais detalhado para obter uma resposta. As questões 1 e 3 da seção "conclusões" possuem características de iniciações de processo, pois demandará dos estudantes respostas mais completas e elaboradas. O discente

precisará compreender os processos do experimento para elaborar e responder de forma mais completa as questões da seção "perguntas". Classificamos a pergunta 4 como metaprocesso, uma vez que exige que o estudante tenha um raciocínio e reflexão mais detalhado para obter uma resposta.

Esperamos que o docente, diante de uma atividade experimental, comporte-se como um mediador, pois sua ajuda pedagógica é de fundamental importância para que ocorram mediações e proposições durante a realização da aula prática. Acredita-se que quando o professor adquire a postura de mediador, a aula é conduzida de forma mais comunicativa, reflexiva e dinâmica (ANDRADE; VIANA, 2017, *apud* VIANA, 2014). Portanto, o professor, ao utilizar as iniciações de processo e metaprocesso, pode gerar possibilidades de interações discursivas e uma abordagem interativa.

O roteiro 3 encontra-se no LD4 no capítulo denominado "Os alimentos e os polímeros no cotidiano". Inicialmente, os autores introduzem o capítulo abordando os assuntos: os alimentos e a promoção da saúde, os macronutrientes, os micronutrientes, e os materiais poliméricos no dia a dia. Em seguida, o capítulo é dividido em quatro temas: lipídeos e vitaminas na alimentação, carboidratos na alimentação, as proteínas são poliamidas e polímeros sintéticos, usos e implicações ambientais. A atividade experimental localiza-se no tema, os lipídeos e as vitaminas na alimentação. Nesse tema os autores abordam assuntos como: as células e as biomoléculas, lipídeos, ácidos graxos essenciais, carotenoides, vitaminas hidrossolúveis (vitamina C) e lipossolúveis (vitamina A).

Figura 2 - Roteiro 2

Atividade prática — **Tensão superficial: Será que a agulha afunda?**

Consulte o infográfico *Segurança no laboratório* antes de iniciar a atividade. Embora alguns dos materiais a serem testados sejam usados também como alimentos, não devem ser ingeridos em hipótese alguma. O uso da agulha (ou alfinete) deve ser feito com cuidado para evitar ferimentos.

Esta atividade prática tem como foco discutir a tensão superficial e as forças intermoleculares em líquidos, conceitos fundamentais para a compreensão da ação de um detergente.

Material

- Recipiente de plástico
- Água da torneira
- Corante alimentício, como urucum (ou um saquinho de pó para refresco artificial colorido)
- Uma colher
- Uma agulha ou um alfinete
- Uma pinça metálica
- Um conta-gotas
- Detergente líquido (usado para lavar louça)

Procedimento

1. Encha o recipiente com água até metade de seu volume total. Em seguida, adicione à água o corante alimentício ou pó para refresco e agite com uma colher.
2. Pegue a agulha pelo meio com auxílio da pinça metálica.
3. Coloque a agulha horizontalmente e de modo cuidadoso no centro da superfície da água e observe.
4. Pingue, com auxílio do conta-gotas, algumas gotas de detergente em um canto do recipiente e observe sua dissolução. Verifique o que ocorre com a agulha logo depois.

Fonte consultada: SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA (SBQ) (Org.). *A Química perto de você*: experimentos de baixo custo para a sala de aula do Ensino Fundamental e Médio. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010. p. 111.

Perguntas — Responda em seu caderno

1. Há diferença no comportamento da agulha antes e depois da adição do detergente?
2. De acordo com o conceito de tensão superficial fornecido no texto, explique a relação entre ele e o comportamento da agulha na superfície da água, antes e depois do gotejamento do detergente. Considerando que, ao substituir a água por uma amostra de gasolina, a agulha afunda na presença e na ausência de detergente, explique essa diferença. O que se pode inferir sobre a tensão superficial da gasolina se comparada com a da água?
3. Em função do que foi observado, o que se pode inferir sobre a influência do detergente na tensão superficial da água?

Descarte de resíduos

Os resíduos gerados nesse experimento podem ser descartados no lixo comum. É recomendável que a agulha (ou alfinete) seja reutilizada em outras aulas demonstrativas, e não descartada no lixo, em razão do risco de acidentes. Caso opte por descartá-la, embale-a bem em jornal, por exemplo, para evitar acidentes.

Conclusões

1. O que aconteceria a um inseto que estivesse andando sobre a superfície da água e a ela fossem adicionadas algumas gotas de detergente?
2. Levante uma hipótese explicativa que relacione a ação do detergente sobre a tensão superficial da água e a formação da espuma que se observa quando esse produto é utilizado.
3. Observe esta imagem e sua legenda:

MACIEJ CZEKAJEWSKI/SHUTTERSTOCK

O formato esférico das gotas de água sobre superfícies como caules e folhas é resultado, entre outros fatores, de sua tensão superficial.

Responda: de que modo a adição de detergente pode auxiliar o processo de limpeza das roupas, além de sua ação emulsificante sobre manchas de óleos e gorduras?

4. Conforme orientações do professor, organize as conclusões obtidas e as compare com as dos colegas.

Fonte: LD4 (2015, v. 3, p. 207-208).

Na Figura 3, observamos o roteiro 3. Nessa atividade, nota-se a presença de uma questão que propicia o levantamento de hipóteses pelos alunos e, posteriormente, a discussão das respostas obtidas entre eles. A pergunta 1 da seção “conclusões” pede para os estudantes inferirem sobre a presença de insaturações nas amostras de óleos testadas, o que os levam a levantar hipóteses. O levantamento de hipóteses é uma das características presentes nas atividades investigativas, desse modo, o roteiro 3 foi classificado como uma Atividade Experimental Investigativa (AEI).

Compreende-se que nas atividades investigativas os discentes são os responsáveis por formularem hipóteses, planejarem o experimento, coletarem e analisarem os resultados obtidos, além de proporem conclusões sobre o fenômeno estudado. Portanto, quando o docente escolhe trabalhar com uma atividade experimental investigativa, deverá pensar nas formas de condução da atividade, nas abordagens e questionamentos realizados e nas discussões e reflexões impulsionadas durante o processo de aprendizagem (GRÜNFELD *et al.*, 2018).

Figura 3 - Roteiro 3

Atividade prática — **O índice de iodo em óleos**

Utilize luvas durante toda a atividade, pois a tintura de iodo pode deixar a pele manchada por alguns dias. Evite o contato dessa solução com qualquer parte do corpo. Consulte o infográfico *Segurança no laboratório* antes de iniciar a atividade.

Após a abordagem sobre os triglicerídios, pode-se perceber a importância do estudo das insaturações (—C═C—) em suas moléculas. Existe um método simples e rápido para a determinação da presença e da quantidade de insaturações em óleos e gorduras, chamado determinação do índice de iodo. Ele representa a massa de iodo, em gramas, necessária para reagir com 100 g de triglicerídio.

Material

- Quatro copos
- Óleo de girassol
- Óleo de coco
- Tintura de iodo 2% (vendida em farmácias)
- Uma colher
- Uma panela em que caibam dois copos juntos
- Água quente (de chuveiro ou de torneira elétrica)

Procedimento

1 Adicione óleo de girassol em um copo até a metade de sua altura e a mesma medida de óleo de coco em outro copo. Repita o procedimento nos outros 2 copos e reserve-os.

2 Adicione 5 gotas de tintura de iodo 2% em uma das amostras de óleo de girassol e em uma das amostras de óleo de coco. Misture bem com a colher, até que ocorra a dispersão do iodo.

3 Adicione água quente na panela e, logo em seguida, coloque os dois copos contendo óleo e iodo, lado a lado. Aqueça-os em banho-maria por cerca de 2 horas. É importante que os dois copos contendo as amostras de óleo e iodo sejam aquecidos de modo idêntico (no mesmo recipiente e pelo mesmo tempo).

IMPORTANTE: Não use fogão; colete água quente de um chuveiro ou da torneira elétrica na própria panela. Se necessário, quando a água esfriar, troque a água quente até que se completem as duas horas. Tome muito cuidado ao manipular água quente!

4 Após o aquecimento em banho-maria, deixe as amostras em repouso por 24 horas e, então, observe-as. Compare-as com as duas amostras reservadas no início da atividade.

Fonte consultada: SNYDER, C. H. *The extraordinary chemistry of ordinary things*. 4. ed. New York: John Wiley, 2003. p. 405.

Perguntas — Responda em seu caderno

1 Qual é a diferença entre o que foi observado no copo contendo óleo de girassol e iodo e no que continha óleo de coco e iodo em relação à aparência inicial (comparados com as amostras reservadas no início)?

2 Como é possível explicar essas observações do ponto de vista da reação ocorrida?

Descarte de resíduos

Nunca descarte óleos e gorduras na rede de esgoto. Recolha os resíduos em um recipiente (por exemplo, garrafa de polietileno). Depois, informe-se sobre o local, em sua cidade, em que há coleta desses resíduos para produção de sabão e biodiesel. A pequena adição de iodo não compromete a utilização dos resíduos para esses fins.

Conclusões

1 Com base em suas observações, o que se pode inferir sobre a presença de insaturações nas duas amostras de óleo testadas?

2 Em seu caderno, complete a equação da reação de halogenação a seguir.

O; HO; CH_3; $+ 2\,I_2 \longrightarrow ?$

3 Qual dos materiais lipídicos citados na tabela a seguir deve apresentar maior teor de ácidos graxos saturados? Explique sua resposta.

Índice de iodo para óleos e gorduras de diferentes fontes

Origem do triglicerídio	Índice de iodo
Gordura da manteiga	26-38
Manteiga de cacau	33-42
Azeite de oliva	80-88
Óleo de sardinha	185

Fonte consultada: SNYDER, C. H. *The extraordinary chemistry of ordinary things*. 4. ed. New York: John Wiley, 2003. p. 407.

4 Com base nos dados da tabela abaixo, calcule o índice de iodo para o óleo de coco (utilize a tabela periódica para calcular as massas molares dos ácidos graxos).

Percentual em massa de resíduos de diferentes ácidos graxos no óleo de coco

Ácidos saturados				Ácidos monoinsaturados	
Ácido mirístico $C_{14}H_{28}O_2$	Ácido palmítico $C_{16}H_{32}O_2$	Ácido esteárico $C_{18}H_{36}O_2$	Outros ácidos graxos saturados de cadeia curta	Ácido palmitoleico $C_{16}H_{30}O_2$	Ácido oleico $C_{18}H_{34}O_2$
18%	11%	2%	61%	–	8%

Fonte consultada: SNYDER, C. H. *The extraordinary chemisry of ordinary things*. 4. ed. New York: John Wiley, 2003. p. 407.

5 Conforme orientações do professor, organize as conclusões obtidas e compare-as com as dos colegas.

Fonte: LD4 (2015, v. 3, p. 228-230).

Analisando as perguntas disponíveis na atividade, identifica-se a abordagem dos quatro tipos de iniciação. As perguntas 1 e 2 da seção “perguntas” e a questão 1 da seção “conclusões” foram classificadas como processo, pois requerem dos estudantes uma explicação para os fenômenos observados por eles. As questões 2 e 4 da seção “conclusões” representam iniciações do tipo produto. Na pergunta 3 da seção “conclusões”, observa-se que, inicialmente, a questão exige que os alunos façam uma escolha entre as opções dadas, após essa escolha, pede-se uma justificativa. Desse modo, essa questão é classificada como uma iniciação do tipo escolha e metaprocesso. Classificamos a pergunta 5 como metaprocesso, pois exige que o estudante tenha um raciocínio e reflexão mais minuciosos para obter uma resposta.

O roteiro 4 localiza-se no LD6 no capítulo denominado de “Alimentos e substâncias orgânicas”. Esse capítulo aborda conteúdos como: a química e os alimentos, carboidratos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, lipídeos, ácidos carboxílicos, ésteres, proteínas, amidas, aminas e Química da conservação de alimentos. As atividades experimentais presentes no LD6 encontram-se na seção “Atividade experimental”. Conforme os autores mencionam, essa seção traz uma série de experimentos investigativos que proporcionam aos alunos trabalhar com tabelas e gráficos, além da preocupação com o meio ambiente e a segurança.

Figura 4 - Roteiro 4

Atividade Experimental

É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?

Essa prática poderá ser feita pelos alunos em sala de aula ou mesmo em casa.

Materiais

- 1 maçã
- 1 comprimido de vitamina C
- Açúcar
- Suco de 1 limão

Procedimento

1. Corte uma maçã em quatro partes iguais.
2. Antes de retirar o comprimido de vitamina C do envelope, bata nele com um objeto duro para triturá-lo. (Se possível, triture-o utilizando um socador de alho.)
3. Em uma das parte da maçã, passe, com seu próprio dedo, um pouco do pó do comprimido de vitamina C em toda a polpa da fruta que estiver aparente.
4. Na segunda parte da maçã, passe suco de limão.
5. Na terceira, passe o açúcar.
6. Na última parte, não passe nada; reserve-a, apenas.
7. Depois de alguns minutos, compare as quatro partes da maçã e anote suas observações.

Destino dos resíduos

1. A parte sólida poderá ser descartada em um coletor de lixo orgânico.
2. A parte líquida diluída deve ser drenada para o sistema de esgoto na pia.

Análise de dados

1. Que diferenças você observou entre as partes da maçã com o passar do tempo?
2. O escurecimento da maçã é um processo químico ou físico?
3. Por que a maçã escurece depois de partida?
4. Como você justifica o resultado desse experimento?
5. Que materiais não permitiram o escurecimento da maçã? Eles podem ser considerados aditivos químicos? Por quê?

Fonte: LD6 (2013, v. 3, p. 72).

Assim como o roteiro 2, o roteiro 4 também inicia a atividade experimental com um questionamento: “É possível retardar o escurecimento de frutas partidas?”. Essa pergunta inicial permite ao professor conduzir a atividade experimental a partir de um problema, dessa forma, esse roteiro é considerado uma Atividade Experimental Investigativa (AEI). Ao analisar as questões da seção “análise de dados”, identificam-se os quatro tipos de iniciação. As questões 1 e 3 representam iniciações do tipo processo. A pergunta 2 é uma iniciação do tipo escolha, na qual os alunos devem escolher se o escurecimento da maça é um fenômeno físico ou químico. A questão 4 representa uma pergunta do tipo metaprocesso. Já a questão 5 exige dos estudantes três respostas diferentes e, por isso, aborda três tipos de iniciações, iniciação do tipo produto, escolha e processo, respectivamente.

Observa-se que todos os roteiros apresentados possuem um padrão, ou seja, todos eles apresentam aos alunos os materiais, os procedimentos e propõem, ao final do experimento, questões que os orientam a formularem suas conclusões. De acordo com a definição abordada por Sá e Panzera (2012), citada anteriormente, classificamos esses roteiros como estruturados.

Identifica-se, no final de cada atividade experimental, questões que auxiliam os alunos a formularem suas conclusões e que propiciam discussões entre

estudantes-estudantes e estudantes-professores. Verifica-se também que todas as atividades propostas podem ser realizadas com materiais alternativos, fáceis de adquirir em supermercados e farmácias. O fato de os roteiros proporcionarem que as atividades práticas sejam realizadas com materiais alternativos facilita sua execução em sala de aula, já que muitas escolas públicas brasileiras não possuem acesso aos laboratórios com vidrarias, soluções e reagentes simples ou sofisticados.

Observamos que todos os roteiros apresentam de forma contextualizada nos LDs. Para Grünfeld *et al.* (2018, p. 2), "a contextualização [...] oferece um espaço de participação para o aluno, instigando o compartilhamento das ideias advindas do conhecimento prévio sobre o fenômeno proposto", sendo assim, as práticas contextualizadas permitem maior participação dos discentes nas aulas e maior compartilhamento de ideias e opiniões. Os roteiros 1, 2 e 3 apresentam informações sobre descarte de resíduos e equipamentos de segurança. O roteiro 4 traz um símbolo químico de segurança, ficando a cargo do professor instruir os alunos sobre o que ele significa.

6 PROPOSTA DE NÍVEIS DE ABERTURA DISCURSIVA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Na tentativa de ampliarmos os nossos estudos sobre a relação das atividades investigativas e as interações discursivas propostas por Mortimer e Scott (2002; 2003), relacionamos os quatro níveis de aberturas das atividades experimentais propostas por Herron (1971). Para essa relação, nos baseamos em Jiménez Valverde; Llobera Jiménez; Llitjós Viza (2006) e Souza *et al.* (2014). Os níveis de abertura proposto por Heron (1971, *apud* JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006) podem ser compreendidos em cinco níveis:

> O **nível 0** de abertura (demonstração) consiste em uma verificação prática dos princípios teóricos, para que o aluno saiba antecipadamente o objetivo dessa prática e o resultado final. Além disso, o aluno recebe tanto o material como o método para realizá-lo. Nas práticas com um **nível de abertura 1** (exercício), o aluno aprende a seguir as instruções de um método ou de um instrumento e as técnicas específicas de observação e manipulação. Nestes dois níveis de abertura, a prática usada geralmente é expositiva. No **nível 2** de abertura

> (investigativo estruturado), o aluno aprende a selecionar o material e a desenvolver um método, pois esses dois fatores não foram totalmente fornecidos ao aluno. Este nível de abertura é baseado em práticas de pesquisa, embora também seja possível confiar em práticas expositivas para as quais partes selecionadas foram removidas da metodologia. [...]. No **nível de abertura 3** (investigação aberta), o aluno identifica um problema, o formula e escolhe e desenha o método mais apropriado para solucioná-lo. O tipo de prática em que se baseia são práticas de investigação. No **nível de abertura 4** (projeto), os alunos conduzem uma investigação, cujo objetivo pode ter sido mesmo proposto por eles (JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ; LLITJÓS VIZA, 2006, p. 62, tradução nossa).

Nesta pesquisa, todos os roteiros analisados foram categorizados em estruturados. Portanto, adaptamos os níveis proposto por Herron (1971), pois não analisamos atividades (exercícios) e projetos presentes nos LDs. Na sequência, no Quadro 4, apresentamos uma adaptação do quadro proposto por Herron (1971, *apud* JIMÉNEZ VALVERDE; LLOBERA JIMÉNEZ, 2006).

Quadro 4 - Níveis de abertura de Herron (1971) e Tipos de Perguntas de Mehan (1979)

Nível de abertura	Problemas	Material	Método	Tipo de Experimentação	Tipos de Perguntas
0	Dado	Dado	Dado	Expositiva/ Verificação	Escolha/Produto
1	Dado	Dado	Dado	Expositiva/ Verificação	Escolha/ Produto e Processo
2	Dado	Dado em parte ou aberto	Dado em parte ou aberto	Investigativa	Escolha, Produto e Processo e Metaprocesso

Fonte: Herron (1971) – adaptado.

Na análise do Quadro 4, podemos observar que os tipos de perguntas podem favorecer o entendimento dos níveis de abertura para as atividades experimentais simples ou investigativas e para as possibilidades de interações discursivas em sala de aula. Para Silva (2018), o tipo de iniciação pode gerar cadeias curtas ou longas de interação. Por exemplo, “uma questão que demanda uma escolha tende a elicitar respostas curtas, constituídas por uma única palavra, que são avaliadas pelos professores, gerando sequências do tipo I – R – A” (p. 212). Já “as perguntas de processo e de metaprocesso requerem uma explicação mais completa ou que se

estabeleça relações entre perguntas e respostas" (p. 212). Dessa forma, destacamos a necessidade de relacionarmos nesse quadro as classes de abordagem comunicativa para compreendermos as possibilidades de níveis de abertura das atividades.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresentamos uma pesquisa voltada ao estudo de roteiros específicos presentes nos Livros Didáticos de Química para o Ensino Médio. Destacamos a presença de quatro roteiros experimentais abordados dentro da temática Química dos Alimentos, em que três deles são considerados Atividades Experimentais Investigativas e todos são do tipo estruturado. Ou seja, os alunos possuem acesso aos materiais, procedimentos e questões que os auxiliam na elaboração de suas conclusões. Os experimentos indicados nos roteiros são simples e acessíveis aos alunos.

Verificamos, neste estudo, a importância de o professor trabalhar com determinadas perguntas dos roteiros para construir maior interação entre os estudantes, as atividades experimentais e o conhecimento científico. Sendo assim, acreditamos que as questões presentes nas atividades experimentais proporcionam abordagens diferentes por parte dos docentes. Algumas perguntas, como as iniciações do tipo processo e metaprocesso, podem permitir maior discussão entre alunos-alunos e alunos-professor, favorecendo interações discursivas e uma abordagem interativa. Destacamos a necessidade de maior aprofundamento nas análises discursivas.

Apresentar uma pesquisa voltada ao estudo dos Livros Didáticos é contribuir com o ensino, a extensão e a pesquisa, que são de fundamental importância para a formação inicial e continuada dos professores da Educação Básica, formadores e licenciandos/estagiários. Além do mais, este estudo poderá servir de subsídio para novas pesquisas sobre LDs.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. da S.; VIANA, K. da S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v23n2/1516-7313-ciedu-23-02-0507.pdf. Acesso em: 07 de abril de 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação:** uma introdução à Teoria e aos Métodos. Portugal: Porto, 1994.

CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 24, n. 1, p. 13-18, jan./abr. 2014.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liber Livro, 2005.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GRÜNFELD DE LUCA, A.; APARECIDA DOS SANTOS, S.; DEL PINO, J.; CÂMARA PIZZATO, M. Experimentação contextualizada e interdisciplinar: uma proposta para o ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia – RIS**, v. 1, n. 2, 22 ago. 2018. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/7820/5644. Acesso em: 08 de abril de 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HERRON, M. The nature of scientific inquiry. **School Review**, 79, p. 171-212, 1971.

JIMENEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS VIZA, A. La atención a ladiversidad enlaspráctica de laboratorio de quimica: los niveles de abertura. **Enseñanza de las Ciencias,** v. 24, n. 1, p. 59-70, 2006.

MEHAN, H. **Learning lessons:** social organization in the classroom. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1979.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 7, n. 3, p. 7, 2002.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning Making in Secondary Science Classroom**. Maidenhead: Open University Press/McGraw Hill, 2003.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. Ensinar ciências por investigação: O que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

OLIVEIRA, E. de; ENS, R. T.; ANDRADE, D. B. S. F.; MUSSIS, C. R. de. Análise de Conteúdo e Pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 11-27, maio/ago. 2003. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/1891/189118067002.pdf. Acesso em: 08 abr. 2020.

QUADROS, A. L.; LÉLIS, I. S. S.; FREITAS, M. L. A Construção de Explicações por Estudantes a partir do uso de um Material Didático Temático. *In:* QUADROS, A. L.;

FILHO, F. F. D. (org.). **Ações Construtivas em Química**: compartilhando experiências. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SÁ, E. F. de; PANZERA A. C. **Vivência prática na elaboração de uma atividade investigativa de Ciências**. Programa de Desenvolvimento da Educação Básica (PDEB), 2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entres ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro Didático e o Ensino de Ciências. *In*: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). **Anais [...]**, 2008. Disponível em: http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0468-1.pdf. Acesso em: 12 maio 2018.

SILVA, A. C. A.; DUARTE, F. C. T., SILVA, P. D. S. As práticas discursivas no ensino de química: um estudo das aulas dos licenciandos do programa institucional de bolsas de iniciação à docência. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, p. 195, 2018.

SILVA, A. C. A.; MORTIMER, E. F. **Práticas Discursivas nas Aulas de Ciências:** Um Olhar para as Abordagens Comunicativas. Curitiba: Appris, 2019.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades Experimentais Investigativas no Ensino de Química**. São Paulo: CETEC, 2014. v. 1. 86p.

SOUZA, G. A. P. **Influências de uma Política Pública Educacional na Transformação de uma Obra Didática de Química**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

SUART, R. de C. A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. *In:* SANTANA, E.; SILVA, E. **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos, SP: Pedro e João Editores, 2014.

7 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NAS QUESTÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NO ENEM ENTRE 2008-2018

Ingrid Derossi[1]
Marcelo F. Pinto[2]

1 IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO

A importância da abordagem da História da Ciência, para a compreensão da ciência, não é uma questão atual, uma vez que pode ser observada sua defesa no escrito de alguns cientistas, como é o caso do químico alemão Justus von Liebig (1803-1873) (DEROSSI, 2018). Atualmente, observa-se essa temática em debate, tanto no âmbito da educação básica quanto no ensino superior, almejando uma melhor educação científica, por diversos investigadores da área educacional como Gil Pérez (1993), Derek Hodson (1988), Maria Helena Beltran (2014). Dessa forma, vêm-se adotando ações oficiais e não oficiais de inserção do conteúdo nos currículos dos diferentes segmentos educacionais.

No Brasil, percebe-se a inserção dessa temática nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCNs) e as Novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ensino Superior. No entanto, como o discurso presente nesses documentos dialoga com o seu efetivo exercício? São oferecidos subsídios para os professores ministrarem tal conteúdo? E do ponto de vista da verificação da aprendizagem dos alunos, como o conhecimento desta temática é examinada? Esses questionamentos são pertinentes e objeto de várias pesquisas (DUARTE, 2004; ERTHAL; LINHARES,

1 Docente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, *Campus* Iturama. Contato: ingrid.derossi@uftm.edu.br

2 Professor da Educação Básica, Avenida Rio Paranaíba, 1295, Iturama, MG, 38280-000. Contato: marceloquimufjf@gmail.com

2009; MONTEIRO; MARTINS, 2015; BELTRAN *et al.,* 2017). Sendo assim, almejamos com este trabalho estabelecer um panorama da abordagem da história da ciência presente nas últimas onze edições – 2008 a 2018 – do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O conhecimento sobre a História da Ciência é considerado relevante para que haja maior facilidade de compreensão da química atual, considerando que é intrínseco ao ser humano querer saber como surgiram as coisas. Este conhecimento aumenta seu interesse sobre o assunto, facilitando a aprendizagem dos conceitos químicos, contribuindo para que os estudantes de química adquiram uma imagem de ciência mais contextualizada e, portanto, melhor formação acadêmica (OKI, 2006).

Muitos estudos, como o de Oki e referências de ensino como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e "Projeto 2061" – projeto que visa uma formação de ciências adequada para todos os americanos –, consideram que a incorporação da História da Química no currículo pode contribuir para a humanização do ensino, apresentando o conhecimento científico como fruto de construção da humanidade, ressaltando a dimensão histórico-social do processo de produção do conhecimento e para o enriquecimento cultural, fazendo com que os alunos façam uma conexão entre ciência e sociedade.

A História da Ciência pode ser considerada como aquela que engloba os fatores sociais, econômicos e políticos, que desencadearam os estudiosos da ciência a trabalhar em determinados temas, além de serem seletivos sobre o que pesquisariam e até onde poderiam ir. E, de acordo com Matthews (1995, p. 172), a História da Ciência,

> [...] (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.;(5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem à ideologia cientificista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente [...].

A química, de acordo com a sua história, rompe com o imediato e abre espaços para a construção do conhecimento, gerando e atuando sobre a natureza através da técnica (LOPES, 1996), muitas delas herdadas dos laboratórios alquímicos. Para os professores de química, é essencial o conhecimento sobre a história da química,

devendo ater-se não só aos fatos históricos, eventos que resultaram em descobertas, mas buscar conectar os mesmos aos conteúdos de química a serem trabalhados em sala de aula.

O Parecer CNE/CES 1.303/2001, aprovado em 6 de novembro de 2001, trata das diretrizes curriculares para os cursos de química e considera a necessidade de mudanças nas universidades, devido aos novos perfis de alunos que queiram receber. Ao deliberar sobre as competências e habilidades que os novos profissionais deverão desenvolver, ponderam que estas podem convergir para a História da Ciência como disciplina essencial ao seu desenvolvimento. No item 2.2, sobre o licenciado em química, subitem "Com relação à formação pessoal", o parecer normaliza sobre a competência e habilidade do futuro professor de química, que, ao final da sua formação, deve ser capaz de "Ter uma visão crítica com relação ao papel social da ciência e a sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção". No subitem "Com relação à compreensão da química", consta que o licenciando em química deverá "Reconhecer a química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político". E "Com relação ao ensino de química", na sua prática didática, deverá "compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da química na sociedade" (BRASIL, 2001).

Martins, ao escrever a introdução da obra organizada por Silva (2006), afirma que existem improvisações da história da ciência presente sem materiais didáticos que são utilizados por professores de ciências. Segundo o autor, alguns escritores de livros didáticos não possuem a formação adequada para inserir e debater a temática, se baseando em fontes inadequadas e responsáveis pelo estabelecimento de concepções distorcidas a respeito da história e da natureza do conhecimento científico, o que pode levar os alunos a uma visão equivocada da ciência, como a concepção de verdade única, imutável e às vezes divino.

Com a inserção da história da ciência no currículo de cursos de formação de professores de química, alguns saberes sobre o conhecimento científico podem contribuir para uma melhor formação como: contraposição à ideia de gênios e dogmas científicos, construção da ciência fora das esferas centrais, valorização e/ou conhecimento de fatos fora do âmbito da "ciência moderna", reconhecimento de crises na elaboração dos saberes científicos, implicações sociais da ciência entre outros (SILVEIRA, 2008).

2 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

O Exame Nacional do Ensino Médio foi criado pelo governo federal do então presidente Fernando Henrique Cardoso, em 1998, através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Tem como objetivo avaliar o desempenho dos estudantes no término da educação básica, almejando verificar o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao exercício pleno da cidadania (ANDRIOLA, 2011). Neste período, a prova era realizada em um único dia, com 63 questões e redação e o acesso às instituições de ensino superior era feito através de processos seletivos realizados por cada instituição.

A partir de 2005, com a criação da Lei nº 11.096/2005, passou a ser utilizado como método de seleção para bolsas do Prouni[3]. Em 2009, a prova passou a ter 45 questões[4] de múltipla escolha, baseadas em uma matriz composta de quatro áreas: Linguagens, Códigos e Redação; Matemática; Ciências Humanas e Ciências da Natureza e suas tecnologias, sendo aplicada em dois dias (PORTAL DO MEC). As mudanças continuaram com a proposta de implementação do exame como forma única de acesso às instituições de ensino superior em 2010, afirmando que queriam discutir "a possibilidade concreta de que essa nova prova única acene para a reestruturação de currículos no ensino médio (ACS, MEC, 2010)."

De acordo com o professor Nilson Machado, da Faculdade de Educação da USP, e um dos idealizadores do exame no formato até 2009, em uma entrevista ao jornal Folha de São Paulo, o Enem não foi projetado para ser um processo seletivo, por isso apresenta alguns desvios:

> 1) Com a transformação de uma prova de 63 questões em quatro provas, uma para cada área em que se organiza o Ensino Médio, com 45 questões cada uma, o teste ficou excessivamente longo para o conteúdo que examina;
>
> 2) A premissa de que a prova deve ser contextualizada, na prática, tem sido tratada como se a palavra "contexto" significasse "com muito texto". Os enunciados são extensos e, na maioria das vezes, o estudante leva um bom tempo até que a resposta correta possa ser encontrada;

3 "O Programa Universidade para Todos (Prouni) do Ministério da Educação, criado pelo governo federal, oferece bolsas de estudos, integrais e parciais (50%), em instituições particulares de educação superior, em cursos de graduação e sequenciais de formação específica, a estudantes brasileiros sem diploma de nível superior" (http://siteprouni.mec.gov.br/o_prouni.php).

4 45 questões para cada área e uma redação.

> 3) A utilização da sofisticada Teoria da Resposta ao Item [TRI] na correção das provas é o mais grave de todos os desvios. As limitações na qualidade e na quantidade dos itens dos bancos de questões inviabilizam o sucesso de tal recurso. Sem contar os problemas logísticos: roubos de provas, quebras de sigilo, inadequações na pré-testagem têm se sucedido e afetam significativamente a integridade e a credibilidade da prova (FOLHA DE SÃO PAULO, 2012, p. 1).

Denominado como "novo Enem", as instituições de ensino superior possuem autonomia de como irão utilizar o exame, sendo quatro possibilidades, além do aproveitamento do resultado do exame em outros anos: "deliberarão entre fase única, com o sistema de seleção unificada, informatizado/online (SISU – Sistema de Seleção Unificada); como primeira fase; como combinado com o vestibular da instituição ou como fase única para as vagas remanescentes do vestibular" (ANDRIOLA, 2011, p. 116).

De acordo com o que foi apresentado até o momento, buscou-se investigar a incorporação da História da Ciência no ENEM, com o foco na Química. Para isso, foi selecionado o período de 10 anos da realização do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) – 2008 a 2018 –, considerando o último ano de realização do exame durante a escrita desta pesquisa.

Inicialmente, foi feita uma leitura minuciosa sobre todas as questões presentes nas provas do ENEM no período selecionado, buscando identificar todas as questões que apresentavam características mínimas de conteúdo histórico, como fatos, personagens, discussões que relacionavam aspectos políticos, econômicos e sociais, dentro da área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A partir de todas as questões detectadas (Quadro 1), foram analisadas apenas as questões com conteúdo químico, debatendo sobre qual(is) aspecto(s) da história da química é (são) predominante nelas. As perguntas foram transcritas neste capítulo conforme aparecem nas provas, suprimindo as figuras que não influenciavam na análise realizada.

3 HISTÓRIA DA QUÍMICA NO ENEM

Dentre as onze provas analisadas, foram encontradas dezesseis questões que abordavam a História da Ciência (HC), com um viés internalista, que, de acordo com Martins (2005), trata-se de uma abordagem do ponto de vista conceitual,

na qual discutem-se os fatores científicos, tais como evidências, fatos científicos, relacionados a um assunto ou problema. Diferentemente de uma abordagem externalista, que contempla uma perspectiva não conceitual, englobando os fatores extracientíficos, como as interações socioeconômicas e cientificas, influência política na ciência, fatores psicológicos, entre outros.

Dessas, seis estavam relacionadas aos conteúdos da química, que podem ser visualizadas no quadro a seguir.

Quadro 1 - Relação de questões que abordam HC nas últimas onze edições

Ano de Aplicação do ENEM	Número de questões que abordam HC	Componente curricular
2008	-	-
2009	1	Física
2010	-	-
2011	1 1	Física Química
2012	1 1	Ciências Biológicas Física
2013	1	Ciências Biológicas
2014	1	Física
2015	1	Ciências Biológicas
2016	1 2	Química Ciências Biológicas
2017	1	Física
2018	1 3	Ciências Biológicas Química

Fonte: Os autores (2022).

Considerando que a inserção da história da ciência no ensino está prevista no PCN+ de 2002 através do estímulo de se trabalhar com a compreensão do “conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social” (BRASIL, 2002), o número de questões é relativamente baixo, uma vez que os exames são de anos posteriores ao documento, que foi amplamente debatido nos núcleos da área de educação.

O ENEM foi formulado de acordo com as áreas de conhecimento estabelecidas nos Parâmetro Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000): Linguagens Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias e a cada uma dessas áreas foram atribuídas habilidades, objetivos ou competências. De certa forma, tais atribuições visam não somente a formação técnica do aluno, mas a busca da interdisciplinaridade e contextualização entre as diferentes áreas. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio,

> Os objetivos ou competências atribuíveis à área de Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias podem ser subagrupados, de forma a contemplar ambos esses critérios. Assim, juntam-se as competências e habilidades de caráter mais específico, na categoria investigação e compreensão científica e tecnológica; aquelas que, de certa forma, se direcionam no sentido da representação e comunicação em Ciência e Tecnologia estão associadas a Linguagem e Códigos; finalmente, aquelas relacionadas com a contextualização sócio-cultural e histórica da ciência e da tecnologia se associam a Ciências Humanas (BRASIL, 2000, p. 11).

Das competências e habilidades mencionadas nos documentos oficiais, a história da ciência pode se enquadrar na "contextualização sociocultural", pois almeja que o aluno do Ensino Médio seja capaz de reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, compreendendo seu papel na atividade humana em diferentes épocas e contextos, além de evidenciar a influência de personagens da História da Ciência em transformar o meio, compreendendo a ciência como construção humana, entendendo como ela se desenvolve e sua relação com a transformação da sociedade (BRASIL, 2000, p. 13).

Em consonância com o PCN, a matriz de Referência do ENEM para Ciências da Natureza e suas Tecnologias em sua competência de área um expressa que os alunos necessitam compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seu papel no processo de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade (BRASIL, 2015).

De acordo com o Ministério da Educação, a Química participa do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições específicas, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político. A sociedade e seus cidadãos interagem com o conhecimento químico por diferentes meios. A tradição cultural difunde saberes fundamentados em um ponto de vista químico e científico ou baseados em saberes populares. Em razão disso,

> [...] na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicite seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A História da Química como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino da Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 2000, p. 31).

Nas últimas onze edições do ENEM, apenas nos anos 2011, 2016 e 2018 foram identificadas questões de Química com traços de História da Ciência, perfazendo um total de 6 questões. Na edição de 2011, foi identificada a questão 15 (caderno azul, 1ª aplicação), transcrita a seguir.

Questão 15

> *Em 1872, Robert Angus Smith criou o termo "chuva ácida", descrevendo precipitações ácidas em Manchester após a Revolução Industrial. Trata-se do acúmulo demasiado de dióxido de carbono e enxofre na atmosfera que, ao reagirem com compostos dessa camada, formam gotículas de chuva ácida e partículas de aerossóis. A chuva ácida não necessariamente ocorre no local poluidor, pois tais poluentes, ao serem lançados na atmosfera, são levados pelos ventos, podendo provocar a reação em regiões distantes. A água de forma pura apresenta pH 7, e, ao contatar agentes poluidores, reage modificando seu pH para 5,6 e até menos que isso, o que provoca reações, deixando consequências.*
>
> <u>O texto aponta para um fenômeno atmosférico causador de graves problemas ao meio ambiente: a chuva ácida (pluviosidade com pH baixo). Esse fenômeno tem como consequência...</u>[5]
>
> *(ENEM, 2011, adaptado).*

Ao abordar o assunto "chuva ácida", o autor apresenta no enunciado da questão um breve histórico expressando como, quando e por quem foi criado o termo "chuva ácida". Isso revela ao aluno que o conceito de chuva ácida passou a existir em um determinado momento como fruto dos estudos e observações humanas.

---

5 Disponível em: http://www.brasilescola.com. Acesso em: 18 maio 2010.

Dessa forma, esta questão expressa ao aluno uma noção de que o conceito de chuva ácida é uma construção humana. No entanto, a questão não traz um indicativo que outras pessoas estavam pesquisando tal fenômeno, nem com quem Robert Angus dialogava na época. Também não menciona o contexto da determinação do termo, podendo levar o aluno a pensar que somente ele estudava tal fenômeno, uma visão de cientista solitário e que investigava apenas algo de interesse próprio.

Na edição de 2016, foram localizadas duas questões de química. Uma delas foi a questão 49 (caderno cinza, 3ª aplicação), que apresenta as mesmas características da questão anterior.

Questão 49

> *Benjamin Franklin (1706-1790), por volta de 1757, percebeu que dois barcos que compunham a frota com a qual viajava para Londres permaneciam estáveis, enquanto os outros eram jogados pelo vento. Ao questionar o porquê daquele fenômeno, foi informado pelo capitão que provavelmente os cozinheiros haviam arremessado óleo pelos lados dos barcos. Inquirindo mais a respeito, soube que habitantes das ilhas do Pacífico jogavam óleo na água para impedir que o vento agitasse e atrapalhasse a pesca.*
>
> *Em 1774, Franklin resolveu testar o fenômeno jogando uma colher de chá (4ml) de óleo de oliva em um lago onde pequenas ondas eram formadas. Mais curioso que o efeito de acalmar as ondas foi o fato de que o óleo havia se espalhado completamente pelo lago, numa área de aproximadamente 2000m^2, formando um filme fino.*
>
> *Embora não tenha sido a intenção original de Franklin, esse experimento permite uma estimativa da ordem de grandeza do tamanho das moléculas. Para isso, basta uma única molécula de espessura.*
>
> *RAMOS, C. H. I. História. CBME Informação, n. 9, jan. 2006 (adaptado).*
>
> Nas condições do experimento realizado por Franklin, as moléculas do óleo apresentam um tamanho da ordem de:
>
> *(ENEM, 2016).*

Nesta pergunta, os estudantes poderiam assimilar a ideia de que um único experimento seria capaz de fornecer dados suficientes para determinar o

tamanho das moléculas. De acordo com Kuhn (1998, p. 78), as descobertas "não são eventos isolados, mas episódios prolongados, dotados de uma estrutura que reaparece regularmente". Ao dizer que um experimento, aparentemente simples, permite estimar o tamanho de moléculas, o avaliador despreza que "a descoberta de um novo tipo de fenômeno é necessariamente um acontecimento complexo que envolve o reconhecimento tanto da existência de algo, como de sua natureza" (KUHN, 1998, p. 81).

Na edição do ENEM de 2018, foram identificadas três questões de Química contendo História da Ciência. A primeira delas é a questão 104 (caderno amarelo, 1ª aplicação), que apresenta ao leitor o cientista Fritz Haber e quais argumentos ele utilizou para destacar a importância da amônia para a agricultura e para a economia. Em seguida, o questionamento se baseia apenas em uma interpretação do texto, de forma literal, sem ser necessária qualquer reflexão sobre o assunto.

Questão 104

O alemão Fritz Haber recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1918 pelo desenvolvimento de um processo viável para a síntese da amônia (NH3). Em seu discurso de premiação, Haber justificou a importância do feito dizendo que:

"Desde a metade do século passado, tornou-se conhecido que um suprimento de nitrogênio é uma necessidade básica para o aumento das safras de alimentos; entretanto, também se sabia que as plantas não podem absorver o nitrogênio em sua forma simples, que é o principal constituinte da atmosfera. Elas precisam que o nitrogênio seja combinado [...] para poderem assimilá-lo.

Economias agrícolas basicamente mantêm o balanço do nitrogênio ligado. No entanto, com o advento da era industrial, os produtos do solo são levados de onde cresce a colheita para lugares distantes, onde são consumidos fazendo com que o nitrogênio ligado não retorne à terra da qual foi retirado.

Isso tem gerado a necessidade econômica mundial de abastecer o solo com nitrogênio ligado. [...] A demanda por nitrogênio, tal como a do carvão, indica quão diferente nosso modo de vida se tornou com relação ao das pessoas que com seus próprios corpos, fertilizam o solo que cultivam.

Desde a metade do último século, nós vínhamos aproveitando o suprimento de nitrogênio do salitre que a natureza tinha depositado nos desertos montanhosos

do Chile. Comparando o rápido crescimento da demanda com a extensão calculada desses depósitos, ficou claro que em meados do século atual uma emergência seríssima seria inevitável, a menos que a química encontrasse uma saída.

HABER, F. The Synthesis of Ammonia from its Elements.

Disponível em: www.nobelprize.org. Acesso em: 13 jul. 2013 (adaptado).

De acordo com os argumentos de Haber, qual fenômeno teria provocado o desequilíbrio no "balanço do nitrogênio ligado"?

(ENEM, 2018).

A segunda questão percebida na edição do ENEM de 2018 foi a de número 119 (caderno amarelo, 1ª aplicação).

Questão 119

Na mitologia grega, Nióbia era a filha de Tântalo, dois personagens conhecidos pelo sofrimento. O elemento químico de número atômico (Z) igual a 41 tem propriedades químicas e físicas tão parecidas com as do elemento de número atômico 73 que chegaram a ser confundidos. Por isso, em homenagem a esses dois personagens da mitologia grega, foi conferido a esses elementos os nomes de nióbio (Z = 41) e tântalo (Z = 73). Esses dois elementos químicos adquiriram grande importância econômica na metalurgia, na produção de supercondutores e em outras aplicações na indústria de ponta, exatamente pelas propriedades químicas e físicas comuns aos dois.

KEAN, S. A colher que desaparece: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011 (adaptado).

A importância econômica e tecnológica desses elementos, pela similaridade de suas propriedades químicas e físicas, deve-se a:

(ENEM, 2018).

Há, nesta questão, uma tentativa do avaliador em traçar um diálogo entre a história do nome dos elementos e suas propriedades químicas. Porém, percebe-se que o paralelo com a mitologia grega não condiz com a real história do nome

dado ao elemento, que a princípio se chamou "Columbium" e depois teve o nome modificado para Niobium[6].

Pode-se destacar que essa questão traz uma característica animista para os elementos químicos ao comparar características pessoais dos personagens mitológicos (pai e filha) com a dos elementos. O autor também restringe a importância econômica e tecnológica desses elementos as suas propriedades químicas e físicas, sem mencionar a utilização dada pela sociedade e suas relações sociais e políticas.

Outra questão identificada foi a 125 (caderno amarelo, 1ª aplicação).

Questão 125

> *Em 1938 o arqueólogo alemão Wilhelm König, diretor do Museu Nacional do Iraque, encontrou um objeto estranho na coleção da instituição, que poderia ter sido usado como uma pilha, similar às utilizadas em nossos dias. A suposta pilha, datada de cerca de 200 a.C., é constituída de um pequeno vaso de barro (argila) no qual foram instalados um tubo de cobre, uma barra de ferro (aparentemente corroída por ácido) e uma tampa de betume (asfalto), conforme ilustrado. Considere os potenciais-padrão de redução: Eo(Fe2+|Fe) = -0,44 V; Eo (H+|H2) = 0,00 V; e Eo(Cu2+|Cu) = +0,34 V.*
>
> *As pilhas de Bagdá e a acupuntura. Disponível em: http://jornalggn.com.br. Acesso em: 14 dez. 2014 (adaptado).*
>
> Nessa suposta pilha, qual dos componentes atuaria como cátodo?
>
> *(ENEM, 2018).*

O autor pratica um anacronismo ao supor uma utilização para um artefato histórico sem qualquer comprovação documental, comparando-o com um equipamento de uso atual com uma nomenclatura do século XVIII. Isso pode causar no estudante a visão equivocada de que as transformações da ciência são processos lineares e diretos, que sofrem aperfeiçoamentos com o passar do tempo. Essa forma de se utilizar a história da ciência no ensino é criticada por Bizzo (1992, p. 29):

> A primeira questão a ser colocada é a de que a ideia do passado auxiliando a compreensão do presente pressupõe a existência de um continuum entre um

6 Disponível em: https://www.webelements.com/niobium/history.html.

> momento e outro. Em outras palavras, a ideia aplicada ao ensino das Ciências demanda um conceito na qual as teorias de hoje sejam vistas como estreitamente aparentadas com as teorias do passado. A compreensão do passado equivaleria à compreensão de parte significativa do presente.

Diante do que foi exposto, percebe-se uma frequente apresentação de personagens históricos, datas e descobertas, apresentando uma visão de ciência fragmentada. Essa visão de história da ciência era recorrente no início do século XX, pressupondo um "desenvolvimento contínuo e acumulativo da ciência. Um processo considerado único, progressivo e inevitável, pois teria seguido a trilha lógica das verdades sobre a natureza" (ALFONSO-GOLDFARB *et al.*, 2004, p. 51-52). Os fatores como cultura, política, sociedade e o contexto da época em que fora produzido o conhecimento científico eram pouco considerados, em alguns casos, omitidos.

A partir de 1930, no entanto, a problematização da influência de aspectos sociais no âmbito da construção do conhecimento científico foi incorporada nas discussões relacionadas ao desenvolvimento da ciência, traçando uma nova abordagem historiográfica que incorporou ambos os aspectos (DEBUS, 1991). Esses marcos estão sendo utilizados nas provas apenas como textos de apoio para a introdução das questões, sem apresentar uma relação entre o conteúdo histórico e o questionamento científico.

A História da Ciência, entretanto, não se pode resumir em apenas datas e nomes; é necessário que a história sobre determinado aspecto ou conceito da ciência seja contada para que realmente haja a História da Ciência. Além de nomes e datas, conforme Martins (2006, p. 21), é necessário:

> [...] apresentar alguns outros aspectos da ciência. De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época?

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as onze edições do exame, presumia-se que houvesse um número maior de questões de história da ciência, considerando o amplo debate nessa área. As questões identificadas nas edições do exame fogem ao escopo da

História da Ciência ao não contemplarem os apontamentos que os referenciais de História da Ciência afirmam, além das indicações dos documentos oficiais do Ministério da Educação.

Observa-se ainda que os documentos oficiais do MEC e Martins (2006) afirmam que a História da Ciência é responsável por mostrar ao aluno a importância da evolução da ciência e dos métodos científicos para a sociedade atual, indicando que a evolução dos saberes científicos decorre de longos períodos de tempo. Além disso, é de responsabilidade da História da Ciência apresentar ao aluno como se deram as contribuições para o desenvolvimento dos setores econômico, social e político decorrentes da evolução científica e de seu método. Esses aspectos são negligenciados nas provas analisadas.

Sabemos que houve um aumento de especialistas e de produção de materiais na área de História da Ciência no âmbito da química. No entanto, esse número ainda é pequeno, o que reflete na qualidade da formação dos professores e, consequentemente, na abordagem de HC que é feita em sala de aula e no domínio do conhecimento dos elaboradores das questões, os quais, na maioria das vezes, possuem formação em química e se baseiam em materiais que estão em circulação nas escolas e na sociedade, como de divulgação científica. Esse tipo de material busca apenas informar e não abordar uma visão crítica da ciência, além de adaptar trechos que podem perder o sentindo, sendo retirados dos seus contextos originais.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M. H. R. (org.). **Escrevendo a história da ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: Livraria Editora da Física; Fapesp, 2004. 229 p.

ANDRIOLA, W. B. Doze motivos favoráveis à adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) pelas Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes). **Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação** [online], vol. 19, n. 70, p. 107-125, 2011.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. Algumas propostas para contribuir na formação do cidadão crítico. *In*: BELTRAN, M. H. R.; TRINDADE, L. S. P. (org.). **História da Ciência e Ensino:** abordagens interdisciplinares. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 17-42.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para Formação de Professores.** São Paulo: Livraria da Física, 2014. 128 p.

BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 29-35, jul./set. 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Conselho Nacional de Educação** – Atos Normativos – Súmulas, Pareceres e Resoluções. Brasília: CNE/CES, 2001. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13243%3Aparecer-ces-2001&catid=323%3Aorgaos-inculados&Itemid=866. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio:** Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência do ENEM**. 2015. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

DEBUS, A. G. A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, v. 5, p. 3-13, 1991.

DUARTE, M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. História da Ciência em Sala de Aula: O que tem aparecido em nossas revistas? *In*: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VII ENPEC. **Anais [...]**, Florianópolis, nov. 2009.

GIL PÉREZ, D. Contribuición de La Historia y de La Filosofía de Las Ciencias Al Desarrolo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje Como Investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educacional Philosophy and Theory**, v. 20, p. 53-66, 1988.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: Beatriz V. Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2002. 218p.

LOPES, A. R. C. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.

MACHADO, Nilson. Editorial Dilema Federal. **Folha de São Paulo**. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/20427-a-loteria-enem.shtml. Acesso em: 10 mar. 2019.

MARTINS, L. A. P. História da Ciência: Objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. A história das ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências:** subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. Introdução, p. 21-34.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual da reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Assessoria de Comunicação (ACS).** Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=768-proposta-novovestibular1-pdf&category_slug=documentos-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 fev. 2019.

MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 4501-1-4501-9, dez. 2015.

OKI, M. C. M. **A História da Química possibilitando o Conhecimento da Natureza da Ciência e uma Abordagem Contextualizada de Conceitos Químicos:** Um estudo de Caso numa Disciplina do curso de química da UFBA. 2006. 430 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

SILVA, C. C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências:** Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. 420 p.

SILVEIRA, H. E. **A História da Ciência em Periódicos Brasileiros de Química:** Contribuições para Formação Docente. 2008. 255 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

8 RELAÇÕES DE ALTERIDADE ENTRE AS CULTURAS INDÍGENAS E AS SOCIEDADES NÃO INDÍGENAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O QUE DIZ A LITERATURA?

Eduarda Boing Pinheiro[1]
Fernanda Luiza de Faria[2]

1 INTRODUÇÃO

(O vínculo histórico do Brasil com seus povos indígenas)

> [...] as comunidades, os povos e as nações indígenas são aqueles que, contando com uma continuidade histórica das sociedades anteriores à invasão e à colonização que foi desenvolvida em seus territórios, consideram a si mesmos distintos de outros setores da sociedade, e estão decididos a conservar, a desenvolver e a transmitir às gerações futuras seus territórios ancestrais e sua identidade étnica, como base de sua existência continuada como povos, em conformidade com seus próprios padrões culturais, as instituições sociais e os sistemas jurídicos.

A definição que serve como epígrafe desta seção foi retirada de uma nota técnica das Nações Unidas e é trazida por Luciano (2006), um indígena baniwa, militante pelas causas indígenas. Consideramos importante abordar esse conceito para nos situarmos quanto ao nosso objeto de estudo. Ainda assim, pensamos, como Luciano (2006), que outras descrições também possam ser aceitas. Sobretudo, acreditamos que a melhor maneira de identificar os povos indígenas se refere a sua autoidentificação.

1 Licencianda em Química, Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* Blumenau, Rua João Pessoa, 2750, Velha, Blumenau, SC, 89036-002. Contato: eduardaboingpinheiro@gmail.com

2 Docente da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* Blumenau, Rua João Pessoa, 2750, Velha, Blumenau, SC, 89036-002. Contato: fernanda.faria@ufsc.br

É a partir da autoidentificação (ou autodeclaração) indígena que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) nos traz dados referentes a essas populações: atualmente, os indígenas autodeclarados correspondem a 0,4% da população, formando 305 etnias, com 274 línguas faladas (dados do último censo, de 2010).

Tornou-se comum dialogar acerca das injustiças acometidas com os povos indígenas no Brasil. É fundamental abordar esses aspectos para que nos conscientizemos e cada vez mais nos inteiremos a essas causas. Ferraz e Domingues (2016) lembram que ainda no século XIX os indígenas eram tidos como povos a serem extintos, ou povos a serem assimilados (nunca valorizados). Além disso, durante a Ditadura Militar, houve perseguição intensa aos povos indígenas, com números expressivos de mortes. Contrária a esse histórico, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) reconhece o pertencimento dos povos indígenas em terras demarcadas e responsabiliza a União para a sua efetivação e garantia.

A Lei Nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973 (BRASIL, 1973), dispondo sobre o Estatuto do Índio, sugere a valorização e o respeito à cultura indígena, estende os benefícios cidadãos à população indígena, garante a posse de suas terras e recrimina atitudes preconceituosas voltadas às comunidades indígenas. Aludimos ao Capítulo I, Art. 18, § 1º deste mesmo estatuto, que veda "a qualquer pessoa estranha aos grupos tribais ou comunidades indígenas a prática da caça, pesca ou coleta de frutos, assim como de atividade agropecuária ou extrativa" em terras indígenas.

No entanto, é comum sermos notificados acerca de processos extrativos ou de aproveitamento indevido ocorrendo nessas áreas. Além disso, Silva (2018) traz acusações reais de propostas de mudanças no processo de demarcação de terras em vista ao benefício do agronegócio, evidenciando as questões capitalistas que regem todo o sistema amparado pelo governo brasileiro. Cavalcante (2016) discute a negligência do próprio Estado, ainda com o estabelecimento dessas leis, visto que há terras contabilizadas pelos censos governamentais, mas que ainda não foram, de fato, legalizadas para ocupação.

Essa preocupação com relação aos territórios indígenas é autêntica quando se discute acerca das culturas indígenas, visto que para as suas manutenções, é elementar que os povos indígenas tenham espaço para desenvolvê-las, bem como a sua economia, política, entre outros. Neste ponto, consideramos relevante salientar que, neste capítulo, adotaremos o termo "culturas indígenas", no plural, devido à compreensão de que cada etnia indígena apresenta a sua própria cultura, o que indica que há mais de uma cultura indígena.

A Declaração das Nações Unidas (2007) discorre ainda sobre os direitos dos povos indígenas e, dentre inúmeras atribuições: reconhece o direito de igualdade entre os povos; reitera que as inúmeras culturas representam um patrimônio da humanidade; condena o sentimento de superioridade tido por determinadas culturas; declara a dívida histórica que temos com os povos indígenas; lembra da urgência do direito às terras e recursos aos indígenas, pensando principalmente em seu desenvolvimento político, econômico e social; certifica a contribuição ambiental que caracterizam os povos indígenas, a respeito de suas práticas sustentáveis; e atesta as particularidades referentes a cada região, cultura e tradição dos povos indígenas.

Além dos aspectos que envolvem o Estado, devemos pensar em nosso desenvolvimento como cidadãos. Estamos acostumados a nos impor ao seguimento de preconceitos e estereótipos os quais reproduzimos, geralmente, por não apresentarmos conhecimento de causa. Costumamos acreditar que os índios mantêm as mesmas tradições desde seus antepassados. Essa concepção não leva em conta que os povos indígenas constituem também a nossa sociedade, e como nós, também vêm se adaptando às constantes transformações (SILVA; GRUBITS, 2006).

Outra questão que geralmente nos instiga é a integração das culturas indígenas submetendo-se aos nossos ideais. Obviamente, essa ideia parte do pressuposto de que nossos hábitos devem ser priorizados, devido à nossa soberania. Intentando a superação dessa realidade, somos favoráveis à sugestão trazida por Silva e Grubits (2006) e por Grubits e Sordi (2017) pensando na interintegração dos povos indígenas. O termo representa uma convivência mutualística entre as culturas, respeitando as singularidades e as formas de vida e possibilitando aprendizagens para a sociedade como um todo. Considerando a identidade pluriétnica e pluricultural do Brasil, essa alternativa nos parece coerente e significativa, por fomentar as relações de alteridade entre os diferentes sujeitos.

2 AS ATRIBUIÇÕES DO ENSINO DE CIÊNCIAS AOS POVOS INDÍGENAS

Analisando o fato de que vivemos em um país diverso com relação aos seus espaços e culturas, mas que ainda sobrepuja determinadas formas de viver sobre outras, vemos a primordialidade de levar as discussões acerca das culturas

indígenas até a escola, que é um espaço de convergência entre as mais diversas culturas. Torna-se necessário nos responsabilizarmos pelas causas indígenas e despertarmos para as relações hierarquizantes que sustentam as nossas relações com esses povos.

O Estatuto do Índio (BRASIL, 1973) assegura a permanência de escolas indígenas, mantendo o patrimônio cultural de cada etnia dentre esses povos. Também defende que, nessas escolas, haja a alfabetização na língua falada pela comunidade e também em português. Ainda assim, 32,3% dos indígenas autodeclarados para o IBGE (censo de 2010) são analfabetos.

Ademais, ao defendermos a interintegração e as relações de alteridade, compreendemos que se torna igualmente fundamental que as culturas indígenas sejam levadas às sociedades não indígenas. A Lei Nº 11.645, de 10 de março de 2008 (BRASIL, 2008) afirma a obrigatoriedade da abordagem da História e Cultura Afro-Brasileira e também Indígena nas escolas. Esse é um marco para a educação brasileira, visto que finalmente assumimos nossa falha ao deixarmos de considerar os inúmeros ensinamentos advindos desses povos e a nossa dívida histórica com eles.

Diante do que foi colocado, é papel das universidades prepararem educadores competentes para atuarem nas escolas indígenas, bem como formarem professores capazes de trazer para a sala de aula das demais escolas, as culturas indígenas. Contudo, o que se percebe é que as próprias ferramentas dispostas às escolas apresentam dificuldades quando citam as culturas indígenas. Esse fato é reiterado por Kundlatsch e Silva (2017), que mostram que os próprios livros didáticos apresentam visões preconceituosas e estereotipadas dos indígenas, exibindo-os como se fossem figuras antepassadas, e como se todas as pessoas indígenas utilizassem ainda cocares e vivessem nus.

Koeppe, Borges e Lahm (2014) argumentam acerca de outra problemática, referente ao fato de as disciplinas das áreas das Ciências Humanas serem as que geralmente mais se posicionam sobre a temática indígena. Em uma busca rápida pelo termo “indígena” na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), que passou a orientar os currículos escolares, percebe-se que há uma preocupação em contemplar as culturas indígenas nos currículos. Neste documento, fica evidente o estímulo dessa abordagem nas aulas de Artes, História, Educação Física e Língua Portuguesa, principalmente. No âmbito das aulas de Ciências, há a sugestão do trabalho com as culturas indígenas ao se falar sobre os conhecimentos

acerca da Terra e do Universo. Todavia, quando as culturas indígenas são citadas nas outras disciplinas, há um detalhamento sobre como e em quais conteúdos específicos essa abordagem poderia ser realizada, o que não acontece com a disciplina de Ciências.

Acreditamos na relevância da abordagem da temática indígena nas aulas de Ciências não só por defendermos as relações de alteridade, mas também por compreendermos os aspectos eurocêntricos que se fazem reconhecidos na Ciência (AIKENHEAD, 2006). Muitas definições fundamentadas pela Ciência são vistas como verdades absolutas e raras vezes as questionamos. Diante disso, temos a nossa realidade tida como a mais confiável e tornamo-nos céticos com relação às demais formas de interpretação do mundo, desvalorizando os sujeitos que com elas se identificam.

Refletindo acerca desse viés, constatamos que a Ciência é apenas mais uma possibilidade de enxergar os fenômenos, mas que existem muitas outras possibilidades, culturas e é significativo conhecê-las, da mesma forma que consideramos que seja importante que as outras culturas nos respeitem e nos compreendam. Isso posto, reforçamos a necessária abordagem das culturas indígenas nas escolas brasileiras, o que se estende ao Ensino de Ciências, mostrando como os conhecimentos indígenas estão relacionados à Ciência.

Diante do que foi problematizado, o objetivo deste capítulo é realizar um estado da arte acerca das publicações que trazem discussões e práticas envolvendo as culturas indígenas como centralidade no ensino de Ciências, no âmbito do ensino superior e da educação básica.

3 AS PESQUISAS DENOMINADAS ESTADO DA ARTE E O CONTEXTO METODOLÓGICO DE PESQUISA

O formato de pesquisa denominado estado da arte, segundo Vosgerau e Romanowski (2014, p. 170-171), permite:

> [...] estabelecer relações com produções anteriores, identificando temáticas recorrentes, apontando novas perspectivas, consolidando uma área de conhecimento e constituindo-se orientações de práticas pedagógicas para a definição dos parâmetros de formação de profissionais para atuarem na área.

Com base nisso, notamos as possibilidades da pesquisa estado da arte em chamar a atenção para temáticas significativas, elucidando discussões já realizadas, ou ainda mostrando questões importantes de serem mais abordadas. Para Ferreira (2002), as pesquisas do tipo estado da arte destacam os aspectos principais que são retratados em uma determinada época e lugar. Para isso, a pesquisa se desenrola a partir de enumerações e descrições das produções científicas, a fim de melhor analisá-las.

Voltando-se à presente pesquisa, acreditamos na sua relevância principalmente no tocante à urgência de considerarmos os aspectos relativos às culturas indígenas em toda a sociedade, começando pelos sistemas de ensino, onde sabemos haver uma grande relação entre os mais diversos sujeitos. A partir disso, estaremos cada vez mais perto de promover relações de alteridade entre as culturas.

Nas pesquisas estado da arte, podemos nos deparar com volumes grandes de trabalhos. Assim, após definir o contexto e temática de estudo, é comum ainda estabelecermos um período dos trabalhos investigados bem como a fonte de dados, podendo envolver fontes mais amplas como base de teses e dissertações, portal de periódicos da Capes, ou manter seu olhar para fontes mais restritas como anais de eventos, para a seleção de um determinado número de periódicos científicos.

Para a definição da fonte de coleta de dados, escolhemos periódicos da área de Ensino de Ciências que fossem indexadas no Qualis da Capes, sendo classificados como A1 ou A2. Foram selecionados seis periódicos, dentre os quais estão: Ciência & Educação, Pesquisa em Educação em Ciências, Acta Scientiae, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia.

As etapas da pesquisa envolveram uma busca por títulos em todos os volumes e números nos sites dessas revistas, no período de janeiro de 2009 a abril de 2020. A partir dos títulos, foram investigados indícios de trabalhos que pudessem estar de alguma forma relacionados às culturas indígenas. Ademais, os artigos de cada número ou volume selecionados passavam por uma triagem, utilizando-se a ferramenta de busca pela palavra "indígena" ou "índio". Procuramos pelo termo "índio" para abrangermos mais artigos em nossas buscas, mas preferimos não o utilizar em nosso capítulo, devido a sua conotação colonialista, derivada da ideia dos colonizadores de estarem ancorando nas Índias, quando chegavam ao Brasil. Além disso, o termo desconsidera as diversidades culturais entre as etnias indígenas (LUCIANO, 2006).

Caso apresentassem os termos elencados, os resumos dos artigos eram lidos, sendo descartados os trabalhos que citavam as palavras buscadas, mas não estavam centralizados em discussões das culturas indígenas. Não foram ainda consideradas as publicações vinculadas à área da Matemática, uma vez que tínhamos como foco de estudo a Educação em Ciências da Natureza.

Todos os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra, sendo investigados os olhares, impasses, perspectivas e abordagens trazidas em cada artigo, bem como o contexto ao qual cada um se inseria (ensino superior ou educação básica). Para a discussão dos resultados, foram construídas categorias *a posteriori* que emergiram da leitura flutuante do *corpus* de análise. Assim, a análise dos dados permeou o referencial da Análise de Conteúdo de Bardin (2011).

4 AS CULTURAS INDÍGENAS REPRESENTADAS NAS REVISTAS DE ENSINO DE CIÊNCIAS: OS RESULTADOS

Ao todo, foram encontrados 11 artigos que traziam como centralidade práticas ou discussões que permeiam as culturas indígenas no Ensino de Ciências. A única revista que não apresentou nenhum artigo que estivesse de acordo com o objetivo desse capítulo foi a Acta Scientiae. As revistas que tiveram mais trabalhos publicados levando em conta as culturas indígenas foram a Ciência & Educação e a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ambas com quatro artigos. As demais revistas apresentaram uma publicação cada. Na Tabela 1, estão dispostos estes dados.

Tabela 1 - Quanto às revistas de ensino de Ciências

Categoria	Número de artigos	Autores
Acta Scientiae	0	-
Ciência e Educação	4	Oliveira e Ferreira (2017); Valadares e Pernambuco (2018); Valadares e Silveira Júnior (2016); Araújo, Verdeaux e Cardoso (2017)
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1	Koeppe; Borges; Lahm (2014)
Investigações em Ensino de Ciências	1	Koeppe, Lahm e Borges (2014)

Categoria	Número de artigos	Autores
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	4	Datta e colaboradores (2014); Silveira e Mortimer (2011); Aikenhead e Lima (2009); Franco e Ramírez (2016)
Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	1	Ducheiko e Silva (2017)

Fonte: As autoras (2022).

É perceptível que houve um aumento, nos últimos anos, de publicações científicas que apresentam como temática principal as culturas indígenas, sendo mais recorrentes as publicações nos anos de 2014, 2016 e, sobretudo, 2017. Esse maior enfoque é significativo e pode expressar uma maior consciência acerca da necessidade de abordarmos essa temática em trabalhos acadêmicos.

Dos artigos encontrados, três trabalhos foram realizados no contexto de um curso de formação de educadores indígenas, ou seja, ocorreram no contexto do Ensino Superior. Além disso, há ainda três pesquisas realizadas em outros países, mais especificamente no México, no Canadá e em Bangladesh.

Como se vê na Tabela 2, os trabalhos selecionados também foram categorizados conforme as áreas das Ciências da Natureza que abrangeram os artigos.

Tabela 2 - Quanto às áreas científicas contempladas nos artigos encontrados

Categoria	Número de artigos	Autores
Astronomia (Física)	2	Ducheiko e Silva (2017); Araújo, Verdeaux e Cardoso (2017)
Cultura científica *vs*. culturas indígenas	2	Valadares e Pernambuco (2018); Valadares e Silveira Júnior (2016)
Educação Ambiental (Ciências)	5	Koeppe, Lahm e Borges (2014); Datta e colaboradores (2014); Aikenhead e Lima (2009); Franco e Ramírez (2016); Koeppe; Borges; Lahm (2014)
Espaço e tempo (Física)	1	Oliveira e Ferreira (2017)
Transformações (Química)	1	Silveira e Mortimer (2011)

Fonte: As autoras (2022).

Podemos observar na Tabela 2 que a maior parte dos trabalhos vê grandes possibilidades de dialogar sobre os conhecimentos que os indígenas detêm a favor da natureza. De fato, é inquestionável que a tradição desses povos os incentiva a lidar de maneira singular com o meio ambiente, relacionando muitas de suas questões espirituais com as formas naturais que os envolvem. O trabalho em escolas a partir dessa perspectiva é, sem dúvida, significativo, como apontam Nascimento e Medeiros (2018).

Ainda assim, existem muitos outros aspectos das culturas indígenas que também podem servir de ensinamentos aos não indígenas, como seus conhecimentos sobre astronomia ou algumas explicações científicas que podem ser abstraídas de rituais, entre outros. Talvez possamos pensar nisso como um desafio, de, além de abordar com mais expressividade as culturas indígenas nas escolas e cursos de formação de professores, investigar ainda sobre os saberes indígenas, a fim de levá-los para o debate nos contextos já citados.

Para uma descrição mais detalhada dos artigos encontrados, os resultados foram organizados em categorias, que emergiram *a posteriori*. São elas: *a)* Abordagem científica em escola indígena (1 artigo); *b)* Culturas indígenas em escolas regulares (6 artigos); *c)* Formação de educadores indígenas (3 artigos); e *d)* Pesquisa com indígenas (1 artigo).

a) Abordagem científica em escola indígena

Esta categoria contemplou o trabalho de Oliveira e Ferreira (2017). Nele, a pesquisadora, professora em uma escola indígena, traz propostas de ensino com treze estudantes de 18 a 29 anos para a abordagem dos conhecimentos da Física. Nessa proposta, foram realizadas atividades para explorar os conceitos de espaço e de tempo com os estudantes, estimulando estratégias utilizadas, principalmente, pelos ancestrais indígenas daquela aldeia (Bororó). Na primeira atividade, os estudantes deveriam explicar suas ideias acerca do tema espaço e tempo, de forma escrita ou por desenho. Com isso, os autores perceberam que os alunos não diferenciam os dois parâmetros físicos, por pertencerem a um mesmo contexto. A segunda atividade envolveu a construção de um relógio de Sol, com o qual os estudantes deveriam realizar medidas sem utilizar ferramentas recentes. A partir disso, deveriam observar como a posição do sol é útil para indicar a hora do dia, aprendendo sobre uma prática comum a essa etnia, até que foram desenvolvidos instrumentos para esse fim.

Nesse sentido, o trabalho de Oliveira e Ferreira (2017) visou trabalhar com a valorização das escolas indígenas, as quais devem evidenciar as crenças e tradições dos grupos indígenas, mas também trazer aspectos relacionados às Ciências, à economia, às questões étnico-raciais, pensando na pluralidade cultural. Os conceitos de espaço e tempo eram antes passados de pai para filho, mas atualmente ficam a encargo da escola. O que se percebeu com o contato na aldeia, foi que os problemas sociais vividos pela tribo fazem com que alguns conhecimentos ancestrais não sejam tão valorizados pela comunidade indígena, havendo uma supervalorização de utensílios ou práticas dos não indígenas.

A questão da apropriação de elementos que, previamente não correspondiam à realidade dos grupos indígenas é também fomentada por Cohn (2001). Contudo, essa autora mostra que é equivocado considerarmos que esse processo envolve uma aculturação dos povos indígenas, visto que nenhuma cultura é imutável e que justamente pensamos em uma forma de relacionamento com esses povos. Dessa forma, muitas etnias indígenas incorporaram aspectos não indígenas, mas mantêm suas tradições e rituais, como é o caso dos Xikrin, dos Xavante e dos Waiãpi, que são citados no trabalho de Cohn (2001).

As formas de descrição do espaço e do tempo permitiram aos pesquisadores perceberem como a questão ambiental, a sobrevivência (aspectos geográficos, de caça, de agricultura), relações com o universo e ainda o conhecimento familiar ou escolar estão ligados às noções de tempo e espaço. Na segunda atividade, a intenção era questionar a valorização da utilização de alguns aparatos tecnológicos.

b) Culturas indígenas em escolas regulares

A categoria que apresentou mais trabalhos se refere às propostas de abordagem da cultura indígena em escolas regulares de ensino. Os artigos de Koeppe, Borges e Lahm (2014) e de Koeppe, Lahm e Borges (2014) se assemelham muito. Em ambos os trabalhos, os estudantes são convidados a representarem por desenhos sua visão prévia de grupos indígenas. Inicialmente, as imagens trazidas mostravam indígenas nus, usando cocares e que moravam em ocas. Tais resultados convergem com o que é problematizado por Kundlatsch e Silva (2017). Para desconstruir tais visões estereotipadas e preconceituosas, os estudantes foram organizados em grupos e foram orientados a pesquisar acerca de algumas etnias

indígenas brasileiras. Então, em um segundo desenho, já trouxeram imagens com indígenas vestidos, morando em casas, como acontece com a maior parte das etnias atuais. Por fim, os estudantes ainda visitaram uma aldeia próxima à sua região, e confirmaram que indígenas, assim como nós, podem se interessar por televisão, internet e são sujeitos comuns.

O trabalho de Koeppe, Borges e Lahm (2014) foi desenvolvido com uma turma de 7º ano e o artigo de Koeppe, Lahm e Borges (2014) apresentou como sujeitos de pesquisa, estudantes do 6º ano. Nos dois casos, os resultados foram muito similares, mostrando que as ideias tidas pelos estudantes acerca das culturas indígenas são muito influenciadas pela mídia, a qual representa os indígenas como um "bom selvagem" ou como "índio herói". Muitas vezes, ainda, a imagem que se tem é a de indígenas cruéis, agressivos, canibais, entre outros. Essa concepção também é evidenciada por Russo e Paladino (2016). Claramente, esses pensamentos ilustram estereótipos acerca dos povos indígenas, os quais apresentam formas de vida muito diferentes entre suas próprias etnias, então é muito improvável que consigamos caracterizar todas as culturas indígenas existentes de apenas uma forma. Tais estereótipos são obstáculos epistemológicos, como discutido no texto de Koeppe, Lahm e Borges (2014), trazidos pelos estudantes em suas vivências, mas muitas vezes, corroborados pelos ensinamentos escolares, como também aborda Silva (2012).

Nesse sentido, as escolas, ao trabalharem o Dia do Índio enfeitando os estudantes e mostrando imagens que não mais representam a realidade, acabam por reforçar esses obstáculos epistemológicos, ao invés de desconstruí-los, como também defendem Russo e Paladino (2016). De qualquer maneira, já está posto que os indígenas cada vez mais adquirem hábitos dos povos não indígenas, e um dado que representa isso se refere à porcentagem deles que vive em ocas ou malocas: apenas 12,6% (IBGE, 2012, censo de 2010), tornando-se necessário que as escolas estejam aptas a trabalharem a partir desse viés.

O México também apresenta grande influência de suas etnias indígenas, apesar de não as valorizar, da mesma forma que acontece no Brasil. É o que conta o artigo de Franco e Ramírez (2016). Sugerindo uma maior articulação entre as culturas indígenas e não indígenas em escolas regulares, os autores incentivam a pesquisa acerca da "milpa", uma forma de plantação originária da cultura

indígena, e também utilizada por outros agricultores. Nessa produção, alternam-se a plantação de milho, feijão e abóbora. Os estudantes, então, na prática proposta pelos autores deste trabalho, passam a conhecer outros métodos de cultivo, que podem servir, inclusive, para auxiliar na economia de suas famílias. O artigo mostra potencialidade na integração da atividade com os conhecimentos científicos, possibilitando a discussão de conceitos diferenciados como os estudos acerca da seleção natural e dos ciclos de plantas e animais, além dos aspectos relacionados à educação ambiental.

Utilizando Chevallard como referência para adotar a prática da transposição didática, Ducheiko e Silva (2017) se aprofundam no conhecimento acerca dos saberes e tradições dos Caiapós, apropriando-se da história e entendimento de um de seus artefatos artísticos para fazê-lo conhecido pelos estudantes. O Mekutom é um ornamento usado na cabeça pelos homens em rituais. Ele retrata as ideias de astronomia da etnia. Sabendo um pouco sobre essa cultura e seus artefatos, os pesquisadores construíram um fôlder para ser trabalhado em escolas, abordando as questões relativas à astronomia, à cultura e à arte desse povo indígena.

O tema astronomia também foi explorado no trabalho de Araújo, Verdeaux e Cardoso (2017). Com uma turma de escola particular que já havia estudado astronomia, os pesquisadores trouxeram alguns ensinamentos sobre Astronomia Indígena Brasileira (AIB). Em um questionário inicial, constataram que os estudantes apresentavam poucos – ou nenhum – conhecimentos sobre a relação dos indígenas com a astronomia. Então, foram estimulados a elaborar um trabalho escrito com um levantamento de dados sobre o assunto. Em um novo questionário (com perguntas diferentes das iniciais), os estudantes já passaram a mostrar uma compreensão muito maior da AIB, alguns conseguindo, inclusive, identificar constelações indígenas em imagens do céu.

Inúmeras vezes os estudantes apresentam percepções equivocadas acerca dos povos indígenas por nunca terem pensado criticamente sobre o assunto. A partir disso, vê-se a necessidade de se trazer o tema para as escolas. O trabalho de Bergamaschi e Gomes (2012) corrobora com essa visão, posto que os estudantes, após desenvolverem uma atividade de observação de imagens de indígenas no cotidiano, realizando artesanato, danças, entre outros, mostraram um grande entendimento e até contaram de sua proximidade com indígenas (alguns netos, outros filhos de indígenas).

Em um sentido um pouco diferente dos artigos que se preocupam em abordar a cultura indígena nas aulas regulares, Aikenhead e Lima (2009) sugerem um currículo que implemente os conhecimentos indígenas aos conhecimentos tradicionalmente vistos nas escolas, principalmente valorizando os saberes acerca das práticas ambientais. Eles têm sua pesquisa desenvolvida no Canadá e mostram grande preocupação com as abordagens eurocentristas das aulas de Ciências, as quais menosprezam as demais culturas, como as indígenas. Dessa forma, o trabalho se coloca em defesa de que a escola volte seu olhar para a cultura indígena e a perceba igualmente importante. Os pesquisadores citam como exemplo a Província de Saskatchewan, que elaborou um currículo diferente para as aulas de Ciências, incluindo os saberes indígenas como um conhecimento a ser construído na disciplina. Para que essa proposta funcione, professores e anciãos de comunidades indígenas da região constroem aulas em conjunto.

Essa visão eurocêntrica que governa a Ciência adota expressões, noções e vivências particulares para ditar verdades absolutas. O eurocentrismo tornou a Ciência uma ferramenta para que possam normatizar as suas realidades, e dessa forma, tudo o que diverge desse padrão é rechaçado, conforme abordam Cassab e Tavares (2009). Eles também apontam que se percebe, atualmente, uma preocupação em valorizar os saberes prévios dos estudantes nas atividades escolares, entretanto, muitas vezes o que acontece é uma tentativa de impor o pensamento científico sobre eles. Essa é uma possibilidade de notarmos como a Ciência apresenta esse caráter hegemônico sobre qualquer divergência nas formas de pensar.

c) Formação de educadores indígenas

A próxima categoria exibe três artigos que discorrem sobre a formação de educadores indígenas, todos oriundos do curso de formação de educadores indígenas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O Curso de Formação Intercultural para Educadores Indígenas, na UFMG, atende indígenas de etnias da região, os quais não passaram por cursos de Licenciatura ou Pedagogia anteriormente. O curso divide-se entre aulas na universidade e interações entre os estudantes e suas comunidades (VALADARES; SILVEIRA JÚNIOR, 2016).

Em Silveira e Mortimer (2011), a primeira autora é professora formadora de educadores indígenas na Universidade Federal de Minas Gerais. A ideia de seu

trabalho é conhecer alguns saberes desses povos indígenas para mostrar como determinados conhecimentos científicos (com foco em transformações químicas) podem ser construídos sem contrapor as crenças do povo indígena. Os autores investigaram as formas de pensar do povo Maxakali, em três momentos distintos, com uma turma de educadores indígenas pertencentes ao povo Maxakali (esse grupo foi escolhido por ser o único de Minas Gerais que preserva a sua língua). A pesquisadora também esteve em uma comunidade Maxakali.

No primeiro momento, Silveira e Mortimer (2011) questionaram as visões dos indígenas com relação ao crescimento dos seres vivos, concluindo que suas crenças estavam intensamente relacionadas a questões espirituais, fundamentadas em seus rituais. Posteriormente, interessaram-se por seu modo de pensar referente ao cozimento de alimentos. Nesse caso, os comentários dos estudantes sugeriram ser possível a introdução de conceitos científicos para explicar esse fenômeno. Por fim, notaram que os tratamentos de saúde realizados têm interferência do lado espiritual, envolvendo alguns princípios científicos. Através dessas observações, os pesquisadores encontraram lacunas para a possibilidade de caracterizar as transformações químicas para os estudantes sem interferir em suas crenças.

É significativo, neste trabalho, notar o cuidado que se deve ter ao tentar abordar determinados conceitos científicos com povos indígenas, visto que muitas vezes eles podem ser contrários às suas crenças. Uma vez que a intenção não é, de maneira alguma, sobrepor um conhecimento a outro, torna-se fundamental encontrar um viés nos ensinamentos indígenas que permita dialogar relacionando-o com os ensinamentos científicos. Podemos pensar em uma ideia similar pela leitura de Cohn (2001), que mostra que algumas etnias indígenas passaram a incorporar aspectos não indígenas em suas vivências, sem afetar diretamente as especificidades de suas culturas. É o que se tenta fazer com os ensinamentos científicos aos povos indígenas. Para buscar uma fonte teórica que auxilie a compreender esses aspectos, Silveira e Mortimer (2011) citam o perspectivismo ameríndio, cuja proposta é se aprofundar no entendimento acerca de um conjunto de ideias presentes no pensamento da maior parte das culturas indígenas. Nesse sentido, nota-se que é muito comum uma relação de espiritualidade com tudo o que é natural e que muitos elementos da natureza apresentam corpo e alma, esta última é o que garante a humanidade de cada ser.

Valadares e Silveira Júnior (2016) e Valadares e Pernambuco (2018) mostram suas perspectivas acerca de uma mesma atividade desenvolvida com estudantes de uma disciplina do curso de formação de professores indígenas, na UFMG. Na sequência das aulas, as atividades principais envolveram os estudantes em questionamentos com relação à sua identidade, às suas formas de expressão, e à indagação "Existe um Conhecimento Verdadeiro?".

Os estudantes foram interrogados pelo professor acerca dessas verdades absolutas que algumas culturas ou que o meio científico sugere. Então, tiveram que levantar hipóteses sobre um objeto que estava dentro de uma caixa preta. Nenhum deles sabia do seu conteúdo, mas cada um acreditava em uma verdade relativa a ele. Os estudantes também foram convidados a ler um texto acerca de um povo que a princípio parece extremamente selvagem, mas no fim se descobre que retrata os hábitos dos brancos (os Nacirema).

O trabalho de Valadares e Silveira Júnior (2016) discute, justamente, as interpretações que surgem a partir da leitura do texto "Os Nacirema". Há quem tenha compreendido o texto como o que os autores denominam de "cristal", com um olhar de julgamento, avaliando aquela realidade como agressiva ou cruel. No entanto, há quem pense mais no sentido da "chama", por identificar que essas atitudes sejam a normalidade para esse povo, ainda que não sejam para outros.

Essa mesma aula, possivelmente com outra turma, também é avaliada por Valadares e Pernambuco (2018). Neste artigo, questiona-se o silêncio dos estudantes sempre que as suas ideias parecem ser confrontadas, ou quando podem não ser assimiladas. Segundo os pesquisadores, isso pode ser um reflexo da ação docente, que inconscientemente não dá credibilidade aos saberes tradicionais trazidos pelos indígenas, por ainda não terem conseguido desvincular-se completamente da visão hegemônica da Ciência.

A relevância do trabalho de formação de educadores indígenas é inquestionável. Da mesma forma, uma abordagem acerca das culturas ou da educação indígena nos cursos regulares de formação de professores também é elementar, de forma a contribuir com as discussões a serem feitas em sala de aula, no sentido de romper com estereótipos, os quais são gerados pelos próprios professores, muitas vezes. Essa perspectiva é dinamizada por Eichholz e Grando (2014). Considerando os trabalhos analisados, podemos observar uma lacuna com relação à

abordagem das culturas indígenas nas universidades, tanto para a formação de educadores indígenas, já que todos os artigos dessa categoria correspondem ao mesmo curso, mas principalmente para a discussão das culturas indígenas em cursos de Licenciatura regulares.

d) Pesquisas com indígenas

O último artigo embrenha-se em compreender as culturas indígenas presentes em uma região de Bangladesh. Tem como autor Datta e colaboradores (2014), dos quais quatro são ativistas de uma comunidade indígena. Os pesquisadores conversaram com indígenas de uma comunidade, um povo com grande espiritualidade, que vê a natureza conforme os desejos de seus espíritos. Eles explicaram sobre o desserviço que o governo e as empresas vêm prestando ao seu povo, com ofertas de utilização de suas terras para a implementação de indústrias, para a extração, para agropecuária, entre outros, a fim de gerar riquezas financeiras ao Estado. Pelo contrário, os indígenas defendem seu direito de se desenvolver a partir dos seus princípios e tradições, reivindicando por liberdade de território para utilizarem-no conforme suas necessidades.

O artigo busca compreender, principalmente, a maneira com que os indígenas observam a imposição do Estado por uma educação regular, que não leva em consideração as crenças desse povo. A visão hegemônica dos não indígenas, nesse caso, é inquestionável, e os povos indígenas sentem-se desprotegidos e temem pelo esquecimento de suas tradições, visto que a sua forma de educação (profundamente ameaçada) preza por ensinamentos acerca do cultivo, o que está intimamente relacionado às suas formas de ver o mundo e à sua espiritualidade. Ademais, Datta e colaboradores (2014) afirmam que a possibilidade de inserir no currículo da educação regular ensinamentos presentes nessa cultura indígena seria uma oportunidade de aprendizado para não indígenas no sentido de se considerar a sustentabilidade e a valorização da natureza. O artigo foi escrito como uma prestação de contas dos pesquisadores a essa comunidade indígena.

Essa relação de responsabilidade com as populações indígenas que se tornam objeto de pesquisa é discutida por Grubits e Sordi (2017). As autoras buscam interpretar os princípios éticos que envolvem tais pesquisas, suscitando questões relativas ao território, educação, saúde, entre outras. O que se percebe, inúmeras vezes, é que os pesquisadores realizam seu trabalho, atingindo os resultados

esperados, mas esquecem que também se faz coerente uma contribuição com esses povos, principalmente se levarmos em conta o conceito da interintegração, e prezarmos pela efetiva valorização das culturas indígenas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando na interintegração entre a cultura indígena e os "brancos", discutiu-se a necessidade de desenvolvermos ações de valorização da primeira, tendo em vista o pensamento hegemônico e hierarquizante de nossas práticas eurocêntricas. A relevância desse diálogo tem respaldo nas concepções pluriétnicas e pluriculturais de nosso país, que precisa se constituir mais consciente acerca da necessidade de empenharmo-nos pelas relações de alteridade.

Vimos que os direitos indígenas são protegidos por leis ou pela Constituição, apesar das brechas que se colocam ou da falta de fiscalização. Dessa forma, torna-se ainda mais significativo o nosso envolvimento com a causa. Falar sobre esse assunto nas escolas é uma oportunidade de desconstruir os preconceitos e estereótipos, além de atingir todos os meios sociais possíveis, levando em conta as mais diferentes realidades ali presentes. Os trabalhos selecionados com a presente pesquisa apresentam possibilidades de abordar as culturas indígenas nas instituições de ensino.

Além do mais, as escolas indígenas são igualmente determinantes nesse contexto de formação de relações de alteridade, por permitirem a manutenção das culturas indígenas, mas ainda admitindo comunicações com a Ciência, por exemplo. Da mesma forma, nas escolas regulares, as intervenções relativas às culturas indígenas nos tornam menos inocentes e mais questionadores com as verdades absolutas que acreditamos serem encontradas pela Ciência.

Com relação aos artigos analisados, notamos que o número de publicações que tenham a cultura indígena como centralidade para o ensino de Ciências é baixo, considerando a relevância da temática. Tal percepção é ainda mais preocupante se pensarmos que três destes trabalhos são estrangeiros (curiosamente, todos eles foram publicados pela Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências). Entretanto, é relevante destacar que o número de publicações aumentou com o passar do tempo, já que a maior parte dos artigos é de 2014, 2016 ou 2017.

Os trabalhos de Koeppe, Lahm e Borges (2014), Datta e colaboradores (2014), Aikenhead e Lima (2009) e Franco e Ramírez (2016) preferiram olhar para os ensinamentos ambientais, tão presentes nas culturas indígenas, e estamos de acordo com os inúmeros aprendizados que podemos construir a partir dessas visões. Contudo, desafiamo-nos a perceber, ainda, outras temáticas que podemos apreender com os indígenas para trabalhar nas aulas de Ciências, como fizeram Ducheiko e Silva (2017), Araújo, Verdeaux e Cardoso (2017), Valadares e Pernambuco (2018), Valadares e Silveira Júnior (2016), Oliveira e Ferreira (2017) e Silveira e Mortimer (2011), que envolveram os conceitos de astronomia, espaço e tempo, transformações químicas, ou ainda discussões acerca da supremacia do conhecimento científico. Como podemos observar, são inúmeras as possibilidades de se trabalhar com a temática indígena no ambiente escolar, principalmente no campo das Ciências da Natureza, e a pesquisa nos mostra que ainda há muito espaço para nos aprofundarmos com relação a esse estudo.

Todos esses trabalhos trazem olhares sensíveis com relação à temática e confirmam a importância de falarmos sobre a cultura indígena nas escolas ou de nos preocuparmos com a formação de educadores indígenas e, consequentemente, com as escolas indígenas, a fim de torná-los integrados e pormos fim a essa ideia de sobrepujamento de uma cultura sobre a outra. Além do mais, notamos a primordialidade de nos aproximarmos das culturas indígenas nos trabalhos que desenvolvemos, de estarmos presentes nessas comunidades, considerarmos as suas realidades, e entendermos as suas concepções sobre o que podemos com eles aprender.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **Science Education for everyday life:** Evidence-based practice. New York: Teachers College Press, 2006.

AIKENHEAD, G. S.; LIMA, K. E. C. Science, Culture and Citizenship: Cross-Cultural Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, 2009.

ARAÚJO, D. C. C. de; VERDEAUX, M. de F. da S.; CARDOSO, W. T. Uma proposta para a inclusão de tópicos de astronomia indígena brasileira nas aulas de Física do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 1035-1054, 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo, SP: Edições 70, 2011.

BERGAMASCHI, M. A.; GOMES, L. B. A Temática Indígena na Escola: ensaios de educação intercultural. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 1, p. 53-69, jan./abr., 2012.

BRASIL. **Lei n. 6001, de 19 de dezembro de 1973.** Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6001.htm. Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. **Lei n. 11645, de 10 de março de 2008.** Altera a Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei n. 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008 / lei/L11645.htm. Acesso em: 06 maio 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CASSAB, M.; TAVARES, D. L. (Re)Pensando a Escola e o Ensino de Ciências a partir das Contribuições do Pensamento Pós-Moderno: desafios e dilemas. **Espaço do Currículo**, v. 1, n. 2, p. 115-135, set. 2008/mar. 2009.

CAVALCANTE, T. L. V. "Terra Indígena": aspectos históricos da construção e aplicação de um conceito jurídico. **História**, São Paulo, v. 35, 2016.

COHN, C. Culturas em transformação: os índios e a civilização. **São Paulo em Perspectiva**, v. 15, n. 2, p. 36-42, 2001.

DATTA, R. *et.al*. Understanding Sustainability Education: A Community-Based Experience. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, 2014.

DUCHEIKO, L. L.; SILVA, J. A. P. da. As relações interdisciplinares entre Artes Visuais e Física/Astronomia: um olhar nas culturas indígenas e a questão da transposição didática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 1-16, maio/ago. 2017.

EICHHOLZ, G. L.; GRANDO, B. S. Formação de professores para a interculturalidade: reflexões a partir da implementação da lei 11.645/08 nas escolas de Cuiabá. **Revista Fórum Identidades**, Itabaiana, v. 16, p. 12-29, jul./dez. 2014.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas "Estado da Arte". **Revista Educação & Sociedade**, v. XXIII, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.

FRANCO, A. G.; RAMÍREZ, L. L. Diseño de Materiales para La Educación Científica Intercultural: El Cultivo de la Milpa en México como Ejemplo para el Diálogo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 16, n. 3, p. 851-870, dez. 2016.

GRUBITS, S.; SORDI, A. Pesquisas nas Comunidades Indígenas: relações de justiça e igualdade. **Boletim Academia Paulista de Psicologia**, v. 37, n. 92, p. 11-23, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Os indígenas no Censo Demográfico 2010:** primeiras considerações com base no quesito cor ou raça. Disponível em: https://indigenas.ibge.gov.br/images/indigenas/estudos/indigena_censo2010.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

KOEPPE, C. H. B.; BORGES, R. M. R.; LAHM, R. A. O Ensino de Ciências como Ferramenta Pedagógica de Reconstrução das Representações Escolares sobre os Povos Indígenas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 115-130, jan./abr. 2014.

KOEPPE, C. H. B.; LAHM, R. A.; BORGES, R. M. R. Contribuições do Ensino de Ciências para a Construção da Alteridade em relação à Cultura Indígena. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 3, p. 577-591, 2014.

LUCIANO, G. dos S. **O Índio Brasileiro:** o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; LACED/Museu Nacional, 2006.

NASCIMENTO, E. C. M. do; MEDEIROS, H. Q. de. As Contribuições dos Conhecimentos Tradicionais Indígenas para a Educação Ambiental Brasileira. **Revista Espaço do Currículo**, v. 11, n. 3, p. 340-356, set./dez. 2018.

OLIVEIRA, R. A. N.; FERREIRA, F. C. Valorizando a cultura Guarani-kaiowá através do ensino do espaço e do tempo. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 3, p. 759-774, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas**. Rio de Janeiro: UNIC, 2007.

RUSSO, K.; PALADINO, M. A lei n. 11.645 e a visão dos professores do Rio de Janeiro sobre a temática indígena na escola. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n. 67, p. 897-921, out./dez. 2016.

SILVA, E. C. de A. Povos indígenas e o direito à terra na realidade brasileira. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n. 133, p. 480-500, set./dez. 2018.

SILVA, M. P. C. da; GRUBITS, S. Reflexões Éticas em Pesquisas com Populações Indígenas. **Psicologia Ciência e Profissão**, v. 26, n. 1, p. 46-57, 2006.

SILVA, M. da P. A Diversidade Étnico-Racial na Escola e a Temática Indígena em Questão: Discutindo Políticas Públicas para a Efetivação da Lei 11.645/08. *In:* PESQUISA E EDUCAÇÃO NA CONTEMPORANEIDADE: PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS, IV, Caruaru, 2012. **Anais [...],** Caruaru, 2012. Disponível em: https://www.fundaj.gov.br/index.php/ultimas-noticias/112-epepe/iv-epepe/338-educacao-diversidade-cultural-e-processos-de-producao-de-desigualdades. Acesso em: 14 maio 2020.

SILVEIRA, K. P.; MORTIMER, E. F. Tradição Maxakali e Conhecimento Científico: Diferentes Perspectivas para o Conceito de Transformação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, 2011.

VALADARES, J. M.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Criatividade e silêncio: encontros e desencontros entre os saberes tradicionais e o conhecimento científico em um curso de licenciatura indígena na Universidade Federal de Minas Gerais. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 4, p. 819-835, 2018.

VALADARES, J. M.; SILVEIRA JÚNIOR, C. da. Entre o cristal e a chama: a natureza e o uso do conhecimento científico e dos saberes tradicionais numa disciplina do Curso de Formação Intercultural para Educadores Indígenas da Universidade Federal de Minas Gerais (FIEI/UFMG). **Ciência & Educação**, v. 22, n. 2, p. 541-553, 2016.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014.

9 DESENVOLVIMENTO DA AVALIAÇÃO POR PARES EM SITUAÇÕES DE ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Nicole Glock Maceno[1]

1 INTRODUÇÃO

Os objetivos do ensino de Ciências são diversificados e dependentes da instituição escolar, dos professores, do contexto escolar e comunidade envolvida, posto que, presentemente, é preciso analisar o desenvolvimento cultural dos alunos por processos avaliativos que permitam a aprendizagem científica e o alcance dos objetivos da Educação Básica.

As atividades planejadas, as estratégias discursivas e os suportes utilizados, além das abordagens de avaliação adotadas, devem se voltar para o processo de elaboração de significados, ao invés de ter como finalidade última a obtenção de resultados, a métrica, a atribuição de notas e a isenção da participação estudantil. Para promover a autoavaliação e a compreensão sobre os conceitos científicos, é necessária a percepção dos estudantes sobre seus problemas e dificuldades, para que entendam como desenvolver-se, de maneira que a avaliação beneficie a interpretação e a análise sobre as temáticas sociocientíficas em aprendizagem.

Para a inovação educacional, é preciso explorar no ensino de Ciências o potencial dos alunos em contribuir com o processo avaliativo e que este assuma um sentido mais amplo. Reconhecer a relevância do estudante na avaliação viabiliza

1 Professora de Ensino de Química, Universidade do Estado de Santa Catarina, *Campus* Joinville. Rua Paulo Malschitzki, 200, Zona Industrial Norte, Joinville, SC, 89219-710. Contato: nicolemaceno@gmail.com

uma maior compreensão da cultura científica, além de favorecer a argumentação, as dinâmicas interacionais com o professor e colegas, o engajamento científico e o exercício crítico.

Parte do planejamento e desenvolvimento de atividades de Ciências é dedicada à avaliação da aprendizagem. Muitas propostas avaliativas discutidas no ensino de Ciências parecem ser mais vinculadas ao professor, visto como par mais avançado, com reduzida participação do aluno. Isso porque, corriqueiramente, o professor é considerado como o único agente da avaliação, enquanto o aluno, apenas o destinatário, sobretudo, quando ela preconiza a análise sobre a capacidade de realização de algoritmos, a memorização de informações e fórmulas, a reprodução do que foi dito pelo professor por um discurso direto, ou quando possui uma finalidade propedêutica por atividades individualizadas por meio dos testes escritos.

Nessa visão, se frequentemente a avaliação prioriza a capacidade de produção de respostas adequadas pelos alunos ao discurso da Ciência escolar e o grau de acerto e erro das ideias científicas sob a percepção exclusivamente de professores sobre o que foi aprendido, de que forma os estudantes podem compreendê-la? Como poderão promover a avaliação por pares e a autoavaliação se são considerados pouco capazes de contribuir com os processos avaliativos? Por que as atividades coletivas são pouco exploradas frente às individualizadas?

Allen *et al.* (2013) destacam que a avaliação por pares (no inglês *peer-review* ou *peer evaluation*) confere maior capacidade de resposta aos alunos às necessidades educacionais, pois incluem conteúdos procedimentais e atitudinais, que são mais valorizados, e não apenas os científicos. Para os autores, considerar as perspectivas dos alunos reflete a capacidade do professor em reconhecer e capitalizar o que eles precisam aprender com autonomia, por papéis mais ativos e a valorização da interação com os colegas na sala de aula. Os autores concluem que os alunos devem ter um controle maior sobre sua performance a fim de criar um clima positivo na sala de aula, sensibilizando o professor sobre as necessidades dos adolescentes de interação com os colegas, o que é fundamental para a aprendizagem.

Do mesmo modo, quando o professor considera os pontos de vista dos alunos além de fazer uso da abordagem comunicativa interativa dialógica (MORTIMER; SCOTT, 2002), também reduz os dilemas, as tensões e os conflitos vinculados à avaliação, cujas consequências são duramente criticadas na literatura

(MACENO, 2012; CORREIA, FREIRE, 2014; UHMANN, 2017; LAMBACH; MARQUES, SILVA, 2018).

Bearman *et al.* (2017) alertam que vários estudos incluem recentemente a análise sobre a instituição e os planos estratégicos da avaliação entre os alunos, associada às suas expectativas, à pesquisa, ao desenvolvimento educacional e convenções sociais. Para os autores, esse debate reflete a necessidade de qualificar as respostas e as interações discursivas entre os colegas e o professor como forma de favorecer a obtenção de dados e o retorno sobre uma avaliação específica, que é em parte, configurada significativamente pelo processo de planejamento da avaliação, além da prática propriamente dita pelo uso dele.

A avaliação por pares pode influenciar fortemente a planificação da avaliação, caso o professor tenha como propósito de que os alunos também produzam dados mais significativos sobre a aprendizagem por meio de interações discursivas, e não somente via testes ou provas escritas.

Refletir sobre essa temática mostra que, no ensino de Ciências, existem muitas possibilidades para desenvolver e qualificar a avaliação da aprendizagem, o que permite superar sua perspectiva tradicional, isto é, aquela que não é pautada nos princípios da interdisciplinaridade e da contextualização, mas assume um viés monodisciplinar (MACENO; GUIMARÃES, 2013), sem um trabalho compartilhado das ideias científicas, que desconsidera as diversidades culturais e as demandas sociais atuais na sala de aula assim como a dinâmica interacional (MACENO; GIORDAN, 2019). Dito isso, reiteramos a pertinência de avaliações por pares em situações de ensino de Ciências, o que integra os alunos na análise e reflexão sobre os conhecimentos científicos e a elaboração de significados.

Diante do que foi exposto, o propósito deste capítulo é apresentar uma revisão da literatura sobre estudos que problematizam as atividades e práticas de avaliação por pares no ensino de Ciências na Educação Básica.

2 A AVALIAÇÃO NA SALA DE AULA DE CIÊNCIAS EM PROCESSOS SOCIAIS

No ensino de Ciências, os requisitos institucionais e sociais levam aos dilemas concernentes ao processo de definição dos propósitos e métodos da avaliação da aprendizagem, a fim de que o professor proporcione ao aluno uma cultura científica.

No campo educacional, Scarino (2013) afirma que existem dois paradigmas dicotômicos da avaliação, cujas distinções são filosóficas: o psicométrico, alinhado às visões cognitivas do aprendizado, e o sociocultural, que considera as contribuições de Vigotski (2001) sobre o desenvolvimento cultural. A autora destaca que no primeiro caso, a avaliação prioriza a testagem do conteúdo por procedimentos objetivos, tomados como eventos únicos e descontextualizados, de modo que os alunos são referenciados em termos da métrica da aprendizagem. Os professores buscam maneiras de avaliar apenas ao final da unidade de ensino para que os alunos demonstrem o que sabem como produto do processo de aprendizagem, por explicações generalizáveis e para a indicação de resultados (SCARINO, 2013).

No segundo caso, a avaliação é produzida em qualquer momento e ao longo do tempo, é contextualizada na interação discursiva entre os alunos e ambientes por ferramentas materiais e simbólicas na produção diária de evidências de performances sobre o desenvolvimento cultural, além de ser uma forma de aprendizado. Nesse paradigma, a interpretação e os fenômenos sociais são valorizados para entender como o conhecimento é desenvolvido em sua dimensão pessoal, pelos contextos e experiências que professores e alunos participam e por meio da linguagem (SCARINO, 2013).

Gipps (1994) situa que historicamente, a avaliação foi vista como sinônimo de exames em larga-escala, sendo eles inicialmente usados para selecionar os trabalhadores mais aptos e competentes, e depois, pelas universidades para selecionar os candidatos, em meio a uma quantidade considerável deles, por meio de concursos, e não mais com base no histórico familiar. A autora pontua que, inicialmente, os exames serviram à seleção e à certificação, considerado como primeiros propósitos da avaliação, e como forma de ascensão socioeconômica.

Em um segundo momento, os exames passaram a ser usados pelas universidades para viabilizar a seleção em larga-escala e a certificação. Os exames foram instituídos também pelos governos de diversos países para selecionar a entrada de candidatos, para a seleção do funcionalismo público como forma de acabar com a corrupção e o acesso privilegiado com base no histórico familiar e nepotismo, mas que, por outro lado, não eliminava as desigualdades sociais, pois muitos nem tinham condições de pagar pelos exames para os cargos públicos (GIPPS, 1994).

O terceiro momento de uso dos exames ocorreu pelas escolas e psicólogos. Nesse caso, eles identificavam quem poderia fazer a escolarização regular e aqueles que receberiam a educação especial. Para isso, os testes de coeficiente de inteligência criados em 1905 foram projetados para selecionar os escolhidos e distingui-los dos demais alunos. Esses testes levaram à preocupação com o desenvolvimento da medição atrelada à avaliação da aprendizagem, e para atender os governos em termos de funcionamento eficiente dos sistemas de ensino. A medição, nesse contexto, servia para medir a inteligência e gerenciar escolas. Por conseguinte, a avaliação foi inicialmente vinculada à seleção e certificação, e posteriormente, ao controle curricular, para impor altos padrões de performance e incentivar a competição entre as escolas (GIPPS, 1994).

Mesmo diante desses significados e usos dos exames, que historicamente foram fortemente vinculados como única possibilidade de atividade avaliativa, circunstâncias históricas, sociais e culturais fizeram com que a avaliação fosse centrada exclusivamente na figura de um avaliador, seja de governos, universidades, psicólogos ou professores.

A própria perspectiva psicométrica contribuiu para que o uso de testes elaborados pelos avaliadores priorizasse as respostas corretas, independentemente das interações entre alunos e de atividades conduzidas coletivamente. Assim, era necessário avaliar a competência de indivíduos por suas ações idealizadas em testes escritos, de modo que cabe ao avaliador a condução de todo o processo de interpretação e julgamento sobre a qualidade das respostas, enquanto, ao avaliado, cabe responder corretamente as questões e proceder com a análise sobre seu desempenho com base nos resultados obtidos. Dificilmente as perspectivas psicométricas de avaliação incentivavam a reflexão do aluno sobre sua aprendizagem, ou mesmo, valorizavam as trocas de ideias, os debates coletivos e como nas dinâmicas discursivas os aprendizes poderiam contribuir com a avaliação, vista nesse caso como produto, cujo resultado final era atribuído exclusivamente pelo avaliador.

Na perspectiva sociocultural, ao entender que a avaliação é uma produção diária, as interações discursivas entre alunos e professores são valorizadas como forma de interpretar suas performances e de que maneira se desenvolvem culturalmente. Nesse caso, as convenções sociais, o uso da linguagem, as atividades rotineiras em sala de aula são fundamentais na produção avaliativa. Por conseguinte, se abre espaço às contribuições dos alunos, as suas experiências,

percepções e aos conteúdos não apenas científicos, mas também os procedimentais e atitudinais.

As ideias de Vigotski (2001), ao serem utilizadas para refletir sobre a avaliação em perspectivas socioculturais, se resumem em basicamente dois aspectos centrais: a) a importância atribuída às ferramentas no desenvolvimento de funções mentais; b) a importância do adulto na produção de melhor performance por meio da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Por extrapolação, avaliar teria como principal propósito o alcance da melhor performance ao provocar níveis superiores de desenvolvimento, mas também, mediante a colaboração ao aluno do professor e demais colegas, do necessário suporte das ferramentas e da aprendizagem tomada como processo social, considerando o sistema social na atividade, e não apenas o indivíduo (GIPPS, 1994).

Considerar o processo social como parte do desenvolvimento significa considerar as relações entre professor e os alunos, cujas interações indicam formas de controle, as normas, as disputas e o poder. Ter espaço para uma avaliação descentralizada possibilita a autoavaliação e a avaliação por pares, uma vez que no âmbito das interações, os alunos passam a contribuir discursivamente para os temas explorados, além de socializarem suas ideias, questionamentos e colocações.

Conforme Gipps (1994) salienta, existem valores culturais que afetam o entendimento da avaliação e influenciam no juízo de valor, seja do professor ou do aluno. As habilidades sociais e o conhecimento da ação fazem com que a performance em tarefas cognitivas seja inseparável dos valores apropriados e das relações sociais nas situações em que ela ocorre. O professor, enquanto par mais avançado, auxilia a resolver as situações-problema, que varia de acordo com o cenário cultural, de modo que alguns pesquisadores nas perspectivas socioculturais defendem que os indivíduos devem ser avaliados como parte de um grupo social (GIPSS, 1994), sem ignorar a influência das trocas de ideias entre os sujeitos no desenvolvimento do conhecimento.

Com base na literatura, James e Pedder (2006) destacam que a avaliação sociocultural apresenta as seguintes características teóricas, que podem variar de acordo com os contextos de aprendizagem e as investigações empíricas:

a) Envolvimento colaborativo de professores e alunos por processos, métodos e meios em que a aprendizagem seja um propósito explícito e crítico de interação e investigação na sala de aula;

b) Processos explícitos e interativos oriundos do suporte do professor para ajudar os alunos a desenvolver sua independência e desenvolvimento em diversas situações de aprendizagem analisada e contextos educacionais variados;

c) Autenticidade de aprendizagem e expressão dos alunos para avaliações sustentadas pela crítica, reflexão, valores, concepções e a argumentação;

d) Aprimoramento do ensino e aprendizagem por meio do diálogo;

e) Atividades situadas e variadas em contextos autênticos, dinâmicos e interativos, que geram o desenvolvimento de conhecimentos pela interação no plano social;

f) Uso independente de ferramentas e suportes pelo aluno para produzir a melhor performance para investigar e interpretar as estratégias e processos avaliativos envolvidos, em função da ajuda necessária feita pelo professor.

Nesse paradigma, Gipps (1994) argumenta que a avaliação sociocultural além de valorizar as ferramentas e os adultos no desenvolvimento de processos mentais, também analisa a performance, ou seja, o que é dito, feito e agido com os outros em colaboração, por processos sociais, e não individuais. As relações e o intercâmbio de ideias entre os alunos são fundamentais para esses processos, cujo uso da linguagem permite o pensamento verbal. A avaliação, nesse paradigma, é situada e decorrente de processos que são interativos: a produção comunitária é focada na relação entre estudantes e as práticas avaliativas propostas pelo professor (GIPPS, 1994). Outra característica da avaliação sociocultural é de que ela é dinâmica, processual e colaborativa, usada para julgar segundo os valores culturais, que são situados. Desse modo, a avaliação sociocultural abre espaço para a análise do discurso nas interações, a valorização dos pontos de vista e ideias dos outros, o questionamento, a negociação e a participação das atividades avaliativas por critérios e normas da sala de aula, o que deve incluir a autoavaliação e a avaliação por pares (GIPPS, 1994).

3 A AVALIAÇÃO POR PARES E A AUTOAVALIAÇÃO DE ALUNOS

Ao discutir a avaliação por pares e a autoavaliação considerando as perspectivas socioculturais, vários autores apresentam suas definições, o que permite

entender seus fundamentos, características e pressupostos. De acordo com Crossouard (2009), é preciso enfatizar a importância da aprendizagem dos alunos quando participam de práticas culturais, que devem ser aprendidas por eles próprios. O envolvimento dos alunos com os colegas e o professor permite instituir atividades com maior autenticidade. Para a autora, o trabalho coletivo gera novas divisões do trabalho e, consequentemente, na relação com o professor e entre os pares, que compartilham a autoavaliação e as críticas, os comentários e as análises sobre o que foi produzido.

Além de o aluno ser desafiado a avaliar, a autora enfatiza que ele inicia processos de aprendizagem coletivos, explorando problemas mais complexos no trabalho em grupo do que apenas por tarefas de objetos facilmente definíveis, que passam a explorar horizontes conceituais, e não apenas as respostas corretas. Na avaliação entre os pares, as atividades apresentam interações discursivas estendidas, cuja apreciação dos alunos pelo aprendizado decorre da experiência, bem como de uma posição mais distanciada do professor quando toma a iniciativa de apreciar os demais por si mesmo (CROSSOUARD, 2009).

Crossouard e Pryor (2008) argumentam que nem todo aluno está familiarizado com a avaliação por pares e a autoavaliação. Ainda assim, são ações que permitem o engajamento científico, tornando explícitas as oportunidades de aprendizagem, o exercício da crítica e do argumento, e ampliando as possibilidades de produção discursiva, e não apenas o uso do discurso de autoridade empregado pelo professor, um dos tipos de abordagens comunicativas previstas por Mortimer e Scott (2002) em aulas de Ciências. São, portanto, oportunidades de criar novas reflexões agregadas ao trabalho diário de sala de aula (CROSSOUARD; PRYOR, 2008).

Chetcuti e Cutajar (2014) complementam com base em seus estudos, que os alunos estão demasiadamente imersos em uma cultura de avaliação tradicional, e precisam aprender a avaliar os pares. Surgem preocupações entre eles relacionadas à noção de justiça, às suas habilidades como avaliadores e à dependência do professor, visto como especialista que deve sancionar como os alunos produzem as avaliações. A avaliação é crucial no ensino de Ciências, sendo que ela atende aos propósitos de certificação, de seleção, de informações, a prestação de contas e o suporte à aprendizagem. Tradicionalmente, ela é usada para testar e documentar, por vezes utilizando métodos superficiais de aprendizagem, sem maiores estudos sobre os conceitos científicos. Uma das maneiras de superar essa abordagem

tradicional é proporcionar aos estudantes a oportunidade de assumir o controle sobre sua própria aprendizagem, conferindo maior autonomia pelo trabalho colaborativo (CHETCUTI; CUTAJAR, 2014).

Assim como Crossouard (2009), Crossouard e Pryor (2008), Chetcuti e Cutajar (2014) alertam que as modalidades avaliativas exigem maior engajamento dos alunos. A avaliação por pares é uma das principais estratégias utilizadas pelos professores na produção de evidências do que eles estão aprendendo e precisam fazer. Por meio do compartilhamento dos propósitos do professor, dos critérios avaliativos e do aprendizado, as discussões e atividades em sala de aula passam a focar na produção do retorno e do suporte ao aluno por recursos instrucionais que ele produz com os outros, o que exige deles um novo papel: o de avaliador (CHETCUTI; CUTAJAR, 2014). Em perspectivas socioculturais, a avaliação decorre das experiências sociais compartilhadas, do contexto e de processos em que os alunos são ativamente envolvidos. A colaboração, a interação e a negociação com os colegas fazem com que o aluno tenha o senso de pertencimento a um grupo (CHETCUTI; CUTAJAR, 2014) e possa desenvolver suas funções mentais superiores por meio desse plano social, como enfatiza Vigotski (2001).

Na avaliação pelos pares, o arranjo social dos estudantes assume níveis específicos para a valoração ou a qualificação sobre o que aprenderam. Ela é produzida pelas estratégias e critérios definidos pela colaboração dos estudantes ou de forma individual e requer a discussão entre eles, os comentários e o retorno, seja ele oral ou escrito. Para avaliar os pares, é requisitada a modelagem e os andaimes. A modelagem no ensino de Ciências é fundamental e requer a apresentação de um número de atividades que prepara o estudante para um modelo de respostas, um gabarito ou algo que o ajude a compreender o que se espera dos demais alunos (CHETCUTI; CUTAJAR, 2014).

A noção de andaimes (no inglês *scaffolding*) significa que o professor elaborará critérios pré-determinados como suporte à avaliação por pares e a autoavaliação, que serão usados pelo aluno, para depois, poder ampliá-los em favor de seu próprio trabalho ou dos colegas. Este processo reduz a responsabilidade do aluno, mas lhe traz encorajamento à aprendizagem, a qualificação e a autonomia para superar os erros conceituais e ao mesmo tempo, ser habilitado para receber e realizar retornos sobre o que avaliou. Isso amplia as formas de comunicação, cria um ambiente mais favorável para que ele avalie com

independência e compreensão. Logo, são processos que dão voz ao aluno, que repercutem em destaques sobre o seu trabalho por ações para concluir um ciclo de aprendizagem, e não apenas pela verificação dos critérios e respostas, mas por ações participativas e a discussão do processo de elaboração de significados (CHETCUTI; CUTAJAR, 2014).

Willis (2008) complementa que o trabalho com outras pessoas fornece um retorno explícito e prospectivo ao aluno, estruturando deliberadamente as tarefas de avaliação, seja pelos pares, seja para si próprio. Além da avaliação elaborada em reciprocidade, os alunos ampliam as formas de dialogar sobre seu trabalho, sendo ele desenvolvido dentro de um grupo social, e não apenas por um indivíduo em isolado. As práticas de avaliação nesses moldes podem incentivar os alunos a serem mais questionadores, em criar o próprio retorno sobre a aprendizagem e para os colegas, a fim de uma maior participação e formação de identidades. Ainda de acordo com o autor, ao avaliar os pares, a linguagem é compartilhada, a compreensão sobre a qualidade da performance nas atividades pode fazer da avaliação também compartilhada, seja para que os alunos identifiquem relações, para que tenham uma abordagem profunda, integrem o processo e produto, os métodos ou reestruture os significados deles sobre a avaliação.

4 CARACTERÍSTICAS E ESTRATÉGIAS PARA A AVALIAÇÃO POR PARES E A AUTOAVALIAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

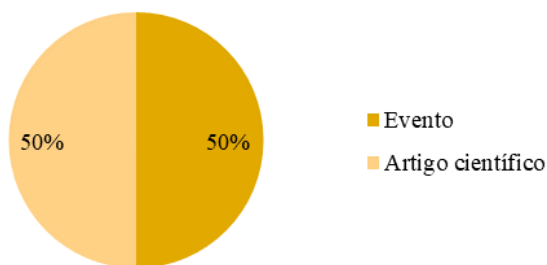
As características e estratégias para a realização da avaliação por pares e a autoavaliação quando analisadas, auxiliam na compreensão sobre o aprendizado e os significados assumidos pelos alunos. A avaliação está relacionada às intenções, objetivos educacionais e aos valores sobre o conhecimento científico, e é produzida, em grande medida, pelo professor, com reduzida participação dos estudantes.

Para entender as ideias vinculadas à avaliação por pares e a autoavaliação no ensino de Ciências por estudantes de Educação Básica, foi realizado um levantamento bibliográfico para identificar os pressupostos e as características dessas duas formas avaliativas, considerando a literatura nacional para o ensino de Ciências. Foram utilizados artigos e trabalhos de comunicação oral para eventos, produzidos entre 2004 e 2019, de âmbito nacional, especificamente sobre o tema

“avaliação por pares” e “autoavaliação”. A partir do levantamento, os Gráficos 1 e 2 e o Quadro 1 sumarizam os dados obtidos.

Gráfico 1 - Frequência e ano de publicação do *corpus* de pesquisa

Fonte: A autora (2022).

Gráfico 2 – Frequência e tipo de publicação do *corpus* de pesquisa

Fonte: A autora (2022).

O *corpus* de pesquisa considerado na reflexão deste capítulo compreende dez publicações, sendo três produzidas em 2012, outras duas produzidas em 2004 e 2019, e apenas uma para os anos 2007, 2013 e 2018, sendo cinco divulgadas em eventos científicos sobre o ensino de Ciências e outas cinco em revistas. Das dez publicações, apenas três são fundamentadas na perspectiva sociocultural de aprendizagem, enquanto outras sete são balizadas na perspectiva cognitivista.

Nem todas as produções abordam a avaliação por pares, sendo mais perceptível entre os estudos, a reflexão sobre a autoavaliação, o que demanda processos de avaliação conduzidos individualmente, por iniciativa do aluno que reflete sobre sua própria aprendizagem. Na análise dos textos, produzidos entre 2004 e 2019 para o ensino médio, foi constatada a maior incidência da discussão e investigação sobre a autoavaliação dos alunos, que estaria vinculada principalmente, à aprendizagem e ao conhecimento científico.

Quadro 1 - Características da avaliação por pares e autoavaliação no ensino de Ciências

Autor (es)	Ano	Tipo de publicação	Origem	Perspectiva teórica de aprendizagem	Características
COSTA, SILVA	2004	Evento	IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física	Sociocultural	**Autoavaliação:** desenvolvimento da experimentação e do trabalho estudantil.
TALIM	2004	Evento	IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física	Cognitivismo	**Autoavaliação:** comprovação da capacidade do aluno em informar de modo confiável seu nível de aprendizagem, indicação do grau de confiança no seu desempenho em testes e avaliações, desenvolvimento de habilidades de controle e avaliação, aquisição do conhecimento, compreensão e coerência da avaliação.
DANTAS *et al*.	2007	Artigo científico	Ensaio: avaliação de políticas públicas da Educação	Sociocultural	**Autoavaliação:** orientação das ações e tomada das decisões, representação estudantil, apoio e preparação dos estudantes para desafios futuros.

Autor (es)	Ano	Tipo de publicação	Origem	Perspectiva teórica de aprendizagem	Características
FEJES, GOUW	2012	Artigo científico	Revista Metáfora Educacional	Cognitivismo	**Avaliação por pares:** ensino mais participativo e com novas alternativas de avaliação, em que os alunos avaliam seus colegas ou se autoavaliam, por uma aprendizagem mais eficiente, reforço e desenvolvimento de novas habilidades nos alunos. **Autoavaliação**: estratégia de aprendizagem, produção de evidências do processo de ensino e aprendizagem, avaliação das próprias habilidades cognitivas e vivências dos alunos.
PEREIRA, ANDRADRE	2012	Artigo científico	Investigações em Ensino de Ciências	Cognitivismo	**Autoavaliação:** estratégia de desenvolvimento, análise interpretativa do conhecimento pelo aluno, estratégia de monitora-mento e autor regulação cognitiva, instrumento de pesquisa.
SOUZA, CONTENTE, MACHADO.	2012	Evento	XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	Cognitivismo	**Avaliação por pares:** trabalho colaborativo para fortalecimento de equipes, promoção do retorno oral ou escrito, individual ou coletivo, animação e motivação dos estudantes a alcançar seus objetivos. **Autoavaliação:** regulação das aprendizagens por meio do autocontrole, da identificação e correção do erro pelo aluno.

Autor (es)	Ano	Tipo de publicação	Origem	Perspectiva teórica de aprendizagem	Características
FRANCISCO, MORAES	2013	Evento	XI Congresso Nacional de Educação Educere	Cognitivismo	**Autoavaliação:** ferramenta formativa, compreensão e significação do processo de aprendizagem, identificação de mudanças e reflexão sobre a aprendizagem, colaboração na autorregulação, ações para identificação de caminhos para a superação das dificuldades e avanço na aprendizagem, reflexão e mudanças, momento de análise, construção da autonomia do aluno.
ALÍPIO, GALETA	2018	Artigo científico	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Sociocultural	**Avaliação por pares:** forma colaborativa de desenvolvimento de processos coletivos, trabalho em grupo, maior interação com os colegas de classe, transformação da sala de aula, definição de propósitos avaliativos pelos alunos. **Autoavaliação:** análise dos sentidos e interpretações dos diferentes processos avaliativos em aulas de Ciências, da performance e atitudes, compreensão do conceito de avaliação entre alunos e como justificam sua performance quando assumem a função de avaliadores, modificações na aprendizagem, atribuição de valor, experiência pessoal e inclusão social.

Autor (es)	Ano	Tipo de publicação	Origem	Perspectiva teórica de aprendizagem	Características
COSTA *et al.*	2019	Artigo científico	Scientia cum industria	Cognitivismo	**Avaliação por pares:** uso de critérios avaliativos, desenvolvimento feito entre colegas, aplicação da avaliação, reflexão sobre os conhecimentos dos alunos e apresentação das dificuldades em atividades, informações e recursos de interatividade, análise do grau de compreensão dos conceitos apresentados, processo de desenvolvimento por pares, oportunidade de todos exercerem o acompanhamento.
ROMERO, OLIVEIRA, LIBERATO	2019	Evento	I Congresso Internacional Educat	Cognitivismo	**Avaliação por pares:** discussões para interação entre colegas, aprendizado mais significativo ao aluno.

Fonte: A autora (2022).

Entre os estudos orientados pela perspectiva cognitivista, é recorrente a preocupação em caracterizar a autoavaliação como possibilidade de capacitação do aluno em adquirir várias habilidades cognitivas e afetivas, seja para informar, comprovar, comparar, controlar, compreender, autorregular, monitorar, pesquisar, colaborar, identificar, corrigir, mudar, refletir e analisar sua aprendizagem.

Representando as visões cognitivistas, Talim (2004) destaca que a autoavaliação além de instituir a confiança e a coerência à avaliação, também indica o nível do desempenho do aluno, analisado por ele mesmo. Surgem as preocupações em como o aluno pode comprovar, controlar e informar sobre seu desempenho, conferindo coerência à avaliação. Na mesma visão, Fejes e Gouw (2012) adicionam que a autoavaliação aumenta a participação discente, criando novas formas para avaliar e conferir um reforço ao estudante para uma aprendizagem mais eficiente, por habilidades cognitivas e afetivas. Complementando a ideia, Souza, Contente e Machado (2012) destacam as possibilidades de produção da autoavaliação pelo

fortalecimento da autorregulação e autocontrole do aluno, de modo a interpretar e corrigir seus erros, o que também é defendido por Francisco e Moraes (2013), que também consideram a autoavaliação como ferramenta formativa e reflexiva para o exercício da autonomia do aluno.

Para os estudos que seguem a perspectiva sociocultural, é frequente a caracterização da autoavaliação relacionada ao desenvolvimento cultural, em como as ações atribuem sentidos e significados ao conhecimento científico, em como beneficiar as interações entre os alunos e o professor, a organização social e o trabalho, em como preparar os estudantes para a tomada de decisões, as atitudes e a atribuição de valores pelas experiências sociais e pessoais.

Entre os trabalhos baseados na perspectiva sociocultural, a autoavaliação é caracterizada como oportunidade de desenvolvimento do trabalho estudantil de modo experiencial, social, coletivo e comunitário, onde as orientações e a tomada de decisões ocorrem com a participação deles. Para Costa e Silva (2004) e Dantas *et al.* (2007), a autoavaliação nessa visão, é orientada para incluir os alunos nas ações e desafios da aprendizagem e do desenvolvimento cultural, sendo possível uma nova divisão de trabalho e de controle quando eles são considerados no processo produtivo da avaliação.

Em complementação, Alípio e Galeta (2018) argumentam que a autoavaliação além de demandar o trabalho colaborativo da coletividade na sala de aula de Ciências, amplia as possibilidades de interações discursivas entre os alunos e que eles assumam novos propósitos à avaliação. Desse modo, na perspectiva sociocultural, a preocupação consiste em como a autoavaliação é significativa para diversificar as formas interacionais e como podem ampliar os horizontes e finalidades da avaliação pelos estudantes quando assumem novas divisões de trabalho e, consequentemente, trazem novas formas de organização social na sala de aula.

Especificamente para a avaliação por pares, Fejes e Gouw (2012) destacam, considerando os pressupostos de teorias cognitivistas, que ela permite criar novas habilidades e formas para os alunos se avaliarem ao produzirem o reforço entre eles. Os autores consideram que a avaliação por pares pode ser mais eficiente do que apenas os casos em que os alunos são avaliados exclusivamente pelo professor. Souza, Contente e Machado (2012) acrescentam que o envolvimento dos alunos nesse retorno produzido coletivamente fortalece o trabalho em equipe na busca pelos objetivos educacionais. Para Costa *et al.* (2019), o desenvolvimento

da avaliação por pares permite que todos os alunos exerçam o acompanhamento da aprendizagem, e não apenas o professor.

Na avaliação por pares com base em pressupostos na visão sociocultural, Alípio e Galeta (2018) consideram que é uma forma de desenvolver novos tipos de processos avaliativos, oriundos de novos arranjos coletivos e de trabalho, com consequências à sala de aula, seja na organização social ou linguística, na medida em que gera maior interatividade entre os alunos. Também enfatizam como a avaliação por pares cria novas definições aos propósitos avaliativos, que podem ser ampliados pelos alunos quando trabalham em grupo, o que pode ampliar os propósitos avaliativos originários do professor e para que eles exerçam diferentes usos da avaliação.

Compreendemos que, mesmo diante da convergência ou divergência entre os estudos, seja considerando a matriz teórica originária, os pressupostos, as características da avaliação por pares ou a autoavaliação, exige considerarmos que essas modalidades avaliativas podem beneficiar o aprendizado de Ciências, levando em conta as estratégias que os professores podem adotar em diferentes momentos como forma de que os alunos expressem suas ideias, se apropriem do conhecimento científico e criem novas formas de desenvolvimento cultural por meio da reflexão e do trabalho em grupo.

Um primeiro ponto a ser destacado nos estudos considerados é a relevância do professor em ceder mais espaço e controle aos alunos sobre a aprendizagem, para ambientar atividades e situações em sala de aula para que eles possam exercer seus julgamentos, opiniões e críticas sobre o que aprenderam ou o que ainda podem melhorar. Percebemos pelos trabalhos que os estudantes frequentemente apresentam dificuldades em desenvolver a autoavaliação, e mais ainda, a avaliação por pares em salas de aula de Ciências que possuem pouco espaço ao trabalho em grupo, às atividades realizadas pelos próprios estudantes, e à interpretação coletiva. Essas dificuldades estão relacionadas principalmente, à falta de prática da autoavaliação e da avaliação entre os alunos, às dificuldades de exercício da crítica e da argumentação e de novas formas de interação que permitam o intercâmbio de ideias entre eles.

Um segundo ponto a ser discutido é a importância do trabalho colaborativo produzido pelos alunos na aprendizagem científica, que reduziria as dificuldades e dilemas relacionados à avaliação. Enfatizamos que a produção avaliativa que conta com a participação estudantil reduz as consequências emocionais e sociais

relacionadas à avaliação, de modo a gerar práticas focadas no desenvolvimento, em espaços de maior diálogo e elaboração de sentidos à Educação científica, e não apenas à depreciação do erro, à punição ou a avaliação vinculada somente ao comportamento e a métrica.

Um terceiro aspecto perceptível é a importância de considerar no processo de autoavaliação discente não somente os conteúdos científicos, mas também os não científicos, tais como os atitudinais. Como argumenta Crossouard (2009), os estudantes ao assumirem a avaliação, projetam explicitamente novos papéis o que além de ser produtivo ao envolvimento e engajamento, gera novas organizações e posições sociais capaz de superarem as experiências difíceis e desafiadoras ao analisar suas aprendizagens. Para Crossouard e Pryor (2008), essas novas práticas, ao serem aprendidas, tornam-se próprias dos alunos, o que implica o exame das relações de poder, de reconhecer explicitamente as tensões e os conflitos como inerentes a esses processos dentro das comunidades e fazer uso da linguagem como modo reflexivo. A posição do sujeito construída de forma discursiva pode produzir melhor performance do aluno durante a aprendizagem, e sua posição como juiz, para o compartilhamento de sua experiência disciplinar e a conscientização dos padrões exigidos na avaliação (CROSSOUARD; PRYOR, 2008).

Complementando as reflexões, o Quadro 2 destaca as estratégias da avaliação por pares e a autoavaliação no ensino de Ciências.

Quadro 2 - Estratégias de desenvolvimento da avaliação por pares e autoavaliação no ensino de Ciências

Autor (es)	Ano	Estratégias de desenvolvimento
COSTA, SILVA	2004	**Autoavaliação:** estruturação de atividades de produção dos alunos.
TALIM	2004	**Autoavaliação:** incentivo à participação ativa na aprendizagem, da comparação da aprendizagem, da análise da informação e grau de confiança, uso de instrumentos de verificação do desenvolvimento de habilidades de autoavaliação.
DANTAS *et al.*	2007	**Autoavaliação: c**riação de estratégias individuais pelo uso de conceitos científicos para a solução de problemas, a investigação de conhecimentos contextualizados e interdisciplinares.

Autor (es)	Ano	Estratégias de desenvolvimento
FEJES, GOUW	2012	**Avaliação por pares:** incentivo à participação e envolvimento de participantes de forma coletiva, comunitária, por trabalhos realizados por exposições orais ou teatrais, a comunicação dos processos de investigação científica realizada, o uso de perguntas e opiniões. **Autoavaliação:** criação e uso de instrumento de reflexão sobre o conhecimento adquirido, o desenvolvimento de estratégias pedagógicas diferenciadas e a reorientação do trabalho escolar para um modelo focado em atividades de exploração, na busca de informações, na construção e comunicação de novos conhecimentos e competências.
PEREIRA, ANDRADRE	2012	**Autoavaliação:** processo próprio de execução do aluno para a identificação de dados, de características e critérios avaliativos, para o julgamento e reflexão sobre a aprendizagem.
SOUZA, CONTENTE, MACHADO	2012	**Avaliação por pares:** discussão entre alunos sobre suas dúvidas, angústias e sugestões de como proceder. **Autoavaliação:** prática do estudante em parceria com o professor para a diversificação de metodologias e as estratégias de mudanças na aprendizagem.
FRANCISCO, MORAES	2013	**Autoavaliação:** melhorias e incentivo dos alunos para construir e analisar suas aprendizagens, as formas de pensar, as responsabilidades, as atitudes e comportamentos e a elaboração de conceitos científicos e não científicos.
ALÍPIO, GALETA	2018	**Avaliação por pares:** destaque dos pontos positivos e negativos pelo envolvimento em atividade prática, em um processo interpretativo e espontâneo. **Autoavaliação:** ressignificação da avaliação pelos alunos para a criação de um contexto avaliativo, o exercício da crítica e contribuir para a aprendizagem.
COSTA *et al.*	2019	**Avaliação por pares:** planejamento específico e definições de funções para a avaliação por todos com base na informação.
ROMERO, OLIVEIRA, LIBERATO	2019	**Avaliação por pares:** resolução de exercícios propostos pelo professor durante as aulas para a apresentação de conteúdos e a instrução entre colegas.

Fonte: A autora (2022).

Para a autoavaliação, os estudos nacionais enfatizam a possibilidade de estruturar atividades, estratégias e processos que demandem a iniciativa do aluno para a produção individual que requisite o uso das informações, a investigação, os julgamentos e a reflexão sobre o que o estudante aprendeu. Nesse sentido, é

fundamental organizar atividades, instrumentos, exercícios e situações em que o aluno possa analisar sua própria aprendizagem.

Para a avaliação por pares, podem ser organizadas atividades de exposição oral, escrita ou outra que viabilize a socialização dos problemas, das ideias, de habilidades e de comunicação sobre os conhecimentos científicos e os valores.

Um primeiro aspecto a ser sublinhado sobre o Quadro 2 é de que o professor deve criar estratégias para o exercício dessas duas formas de avaliação tanto de modo individual bem como coletivo. Um segundo aspecto diz respeito à necessidade de promover avaliações pautadas na discussão de conteúdos científicos como também não científicos para que os alunos desenvolvam atitudes, responsabilidades, o comprometimento com a aprendizagem e a formação crítica. Um terceiro aspecto perceptível é de que deve ser criado um contexto avaliativo pautado na colaboração, na participação, no planejamento e na prática que tenha como propósito a melhoria da aprendizagem, o que é possível pelas interações discursivas.

Nesse sentido, as avaliações por pares e a autoavaliação, ainda que pouco enfatizadas no ensino de Ciências como foi discutido pelos estudos analisados, exemplificam possibilidades de inovação educacional, na medida em que o professor procura criar contextos avaliativos de uso e prática de conceitos e a elaboração de significados. A avaliação por pares e a autoavaliação são fundamentais não somente no desenvolvimento de conteúdos científicos, mas também não científicos, ampliando as formas de representação e comunicação do conhecimento químico, por meio da argumentação, da crítica, do exercício da autonomia, do julgamento, do contraste e da elaboração de significados, o que deve ser considerado no planejamento e ação docente em sala de aula.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste capítulo, buscamos enfatizar a relevância da avaliação por pares e da autoavaliação no ensino de Ciências, com o uso de estudos teóricos e empíricos que destacam as características e estratégias dessas duas formas de avaliação quando produzida por alunos do ensino médio a fim de desenvolverem processos que qualifiquem a aprendizagem científica.

O intuito primordial foi perceber que existem diferentes formas de avaliar no ensino de Ciências, não apenas centrada e conduzida exclusivamente pelo professor, mas que também amplia a contribuição discursiva dos alunos quando buscam entender por esses contextos avaliativos, o que foram capazes de dominar, como podem aprender, quais caminhos podem realizar para mitigar as dificuldades de aprendizagem e quais as estratégias mais adequadas podem adotar para o seu desenvolvimento cultural.

Como exposto, nem todos os estudos no ensino de Ciências exploram as várias modalidades de avaliações deflagradas pelos estudantes do ensino médio, o que exemplifica que são processos pouco enfatizados na sala de aula, ainda que contribuam no desenvolvimento cultural e na aprendizagem. Nem todas as práticas de autoavaliação são produtivas, tendo em vista que não pode ser desconsiderada a relevância do professor em criar estratégias e contextos que permita ao aluno tomar a avaliação como sua própria. Isso também ocorre porque nem sempre os alunos conseguem indicar uma possível correção sobre algum aspecto aprendido ou como resolver um problema de aprendizagem. Entretanto, esse trabalho colaborativo entre alunos e a reflexão conduzida individualmente é fundamental no ensino de Ciências, pois o estudante se conscientiza acerca do que foi capaz de dominar e se apropriar para a educação científica.

A escassez de oportunidades para que os alunos contribuam no processo avaliativo, de discussões e do trabalho em grupo com outros estudantes dificulta que eles entendam os propósitos educacionais do professor, as suas intenções com as atividades avaliativas, o que também não favorece a aprendizagem de conceitos. Quando os estudantes são envolvidos em formas autônomas de desenvolvimento avaliativo, eles buscam novas formas e recursos para elaborar significados e explicações científicas, ampliando as formas de interação entre eles, o que também reduz as tensões vinculadas à avaliação. O uso dos alunos de ferramentas e recursos para avaliar de forma independente do professor cria novas formas de compreensão das ideias científicas e pode ser útil na superação de dificuldades de aprendizagem. Conforme usam as informações, as ideias, os dados, eles podem interpretar e explicar os fenômenos e problemas sociocientíficos, o que também atende à necessidade deles em aprender a avaliar a si mesmos e os colegas.

A avaliação é um conceito central na educação científica, porque diz respeito à análise sobre os propósitos, as metas e os objetivos da aprendizagem. Nesse

sentido, ao enfatizarmos as discussões na literatura, percebemos que os processos avaliativos também podem ser elaborados pelos alunos, que são mobilizados a discutir sobre suas práticas de estudo, sobre o que produziram nas atividades e como podem agir de forma diferenciada para aprender, o que significa que são processos que não dependem apenas do incentivo do professor, mas também podem emergir das interações discursivas e da comunicação entre os alunos, criando novas compreensões e sentidos à avaliação em situações de aprendizagem de Ciências.

REFERÊNCIAS

ALÍPIO, A. C. N.; GALIETA, T. Os diferentes processos avaliativos no Ensino de Ciências: quais são as interpretações dos alunos? **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 50-72, 2018. Disponível em https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4747. Acesso em: 30 maio 2020.

ALLEN, J.; Gregory, A.; Mikami, A.; Lun, J.; Hamre, B.; Pianta, R. Observations of Effective Teacher–Student Interactions in Secondary School Classrooms: Predicting Student Achievement With the Classroom Assessment Scoring System—Secondary. **School Psychology Review**, Bethesda, v. 42, n. 1, p. 76-98, 2013.

BEARMAN, M.; Dawson, P.; Bennett, S.; hall, m.; molloy, e.; boud, d.; Joughin, g. How university teachers design assessments: a crossdisciplinary study. **The International Journal of High Education Research**, Basel, n. 74, p. 49-64, 2016.

CHETCUTI, D.; CUTAJAR, C. Implementing Peer Assessment in a Post-Secondary (16-18) Physics Classroom. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Basel, v. 36, n. 18, p. 3101-3124, 2014.

CORREIA, M. S. M.; FREIRE, A. M. S. S. Concepções e práticas de avaliação de professores de Ciências físico-químicas do ensino básico. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 403- 429, 2014.

COSTA, I. F.; SILVA, H. C. Atividades práticas e experimentais numa licenciatura em Física. *In:* 9º Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, **Anais [...]**, São Paulo, 2004, 14p.

COSTA, R.; WEBBER, C.; AFFELDT, B.; WERLE, C.; NUNES, J.; REIS, K. Desenvolvimento e avaliação de aplicativos para dispositivos móveis por professores da Educação Básica. **Scientia cum industria**, Caxias do Sul, v. 7, n. 1, p. 27-32, 2019.

CROSSOUARD, B. A sociocultural reflection on formative assessment and collaborative challenges in the states of Jersey. **Research Papers in Education**, London, v. 24, n. 1, p. 77-93, 2009.

CROSSOUARD, B.; PRYOR, J. Becoming researchers: a sociocultural perspective on assessment, learning and the construction of identity in a professional doctorate. **Pedagogy, Culture & Society**, London, v. 16, n. 3, p. 221-237, 2008.

DANTAS, C.; MASSONI, N.; SANTOS, F. A avaliação no Ensino de Ciências Naturais nos documentos oficiais e na literatura acadêmica: uma temática com muitas questões em aberto. **Ensaio: avaliação de políticas públicas de Educação**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 95, p. 440-482, 2017.

FEJES, M.; GOUW, M. Avaliação e autoavaliação como estratégias de aprendizagem efetiva: uma experiência do encontro juvenil de investigadores em ciências com alunos de escolas da rede pública de Cubatão (SP). **Revista Metáfora Educacional**, Salvador, n. 13, 2012.

FRANCISCO, G.; MORAES, D. A autoavaliação como ferramenta de avaliação formativa no processo de ensino e aprendizagem. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EDUCERE, **Anais [...]**, Curitiba, 2013.

GIPPS, C. **Beyond testing:** towards a theory of educational assessment. London: The Falmer Press, 1994.

JAMES, M.; PEDDER, D. Beyond method: assessment and learning practices and values. **The Curriculum Journal**, London, v. 17, n. 2, p. 109-138, 2006.

LAMBACH, M.; MARQUES, C.A.; SILVA, A.F.G. da. Avaliação de processos para a formação docente fundamentados na perspectiva dialógico-problematizadora: categorias de análise. **Revista Ensaio**: avaliação de políticas públicas da Educação, Belo Horizonte, v. 26, n. 100, p. 1128-1150, 2018.

MACENO, N. G. **Compreensões e significados sobre o novo ENEM entre profissionais, autoridades e escolas**. 2012. 320f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MACENO, N. G.; GIORDAN, M. Evaluation conceptions and science teaching challenges in the context of teaching planning. *In:* CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION, 13, **Anais […]**, Bologna, 2019b.

MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. Concepções de ensino e de avaliação de professores de química do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 12, n. 1, p. 24-44, 2013.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

PEREIRA, M.; ANDRADE, V. Autoavaliação como estratégia para o desenvolvimento da metacognição em aulas de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 663-674, 2012.

ROMERO, M.; OLIVEIRA, A.; LIBERATO, J. Interação entre pares no ensino de química: estudo de caso da implantação do Peer Instruction. *In:* CONGRESSO INTERNACIONAL EDUCAT, 1, Recife, 2019. **Anais [...]** Recife, 2019.

SOUZA, E.; CONTENTE, M.; MACHADO, C. Regulação das Aprendizagens por meio da Autoavaliação. *In:* Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, **Anais [...]**, Florianópolis, 2017.

TALIM, S. Evidências da validade da autoavaliação no ensino de física. *In:* Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, **Anais [...]**, São Paulo, 2004, 9p.

UHMANN, R. I. M. **O professor em formação no processo de ensinar e aprender ao avaliar**. Curitiba: Appris, 2017.

VIGOTSKI, L. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WILLIS, J. Assessment for learning: a sociocultural approach. *In:* AUSTRALIAN ASSOCIATION FOR RESEARCH IN EDUCATION, **Anais [...]**, Brisbane, 2008. 11p. Disponível em: https://www.aare.edu.au/data/publications/2008/wil08348.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

10 AS CIÊNCIAS DA NATUREZA NAS AVALIAÇÕES E EXAMES EM LARGA ESCALA NO BRASIL

Elaine Pavini Cintra[1]
Emmanuela Gracina Florian Marques[2]

1 INTRODUÇÃO

Programas de avaliações nacionais e internacionais utilizam dados estatísticos provenientes do desempenho dos estudantes, para realizarem avaliação do grau de instrução em determinada população, bem como para o desenvolvimento de estratégias que melhorem os indicadores de qualidade do ensino. Também se valem desses dados para uma melhor compreensão dos avanços e desenvolvimentos em determinados países. Entretanto, a leitura dos resultados de desempenho, no tocante a avaliação em um sistema de ensino, deve considerar fatores extraescolar e intraescolar, em processo sistêmico.

No Brasil, as avaliações externas previstas pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB), nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) de acordo com o Artigo 9º, inciso VI, ficam a cargo da União em parceria com os estados, Distrito Federal e Municípios. O Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2014), atendendo à LDB, estabelece que o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), constituirá fonte de informação para a avaliação da qualidade da educação e orientação das políticas públicas desse nível de ensino.

1 Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Rua Pedro Vicente, 625, Canindé, São Paulo, 01109-010. Contato: epcintra@gmail.com

2 Mestranda no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo Universidade de São Paulo, , Butantã, São Paulo. Contato: emmanuela.marq@gmail.com

2 SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (SAEB)

No Brasil, as áreas de língua portuguesa e matemática vêm sendo avaliadas de forma regular. Entretanto, as Ciências não gozam da mesma frequência e constância. No Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), as Ciências da Natureza, nos ciclos iniciais, foram avaliadas nos anos de 1990, 1993, 1995, 1997, 1999 e 2013, na forma de "estudo experimental, em pré-teste de ciências naturais" (INEP, 2020a).

O SAEB teve início em 1990, com o objetivo de oferecer informações sobre a qualidade da educação básica brasileira. A primeira edição avaliou as áreas de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais e Redação. Tomou-se enquanto amostra, escolas públicas nas séries do ensino fundamental (1ª, 3ª, 5ª e 7ª). Desde então, o SAEB passou por várias mudanças. Em 1995, sofreu alteração na metodologia de construção do teste e análise de resultados, com a introdução da Teoria de Resposta ao Item (TRI). Em 1997, a elaboração de itens passou a ser norteada por Matrizes de Referências, que estabelecem competências e definem os conteúdos curriculares e operações mentais a serem avaliadas. Ainda neste mesmo ano, ocorreu a alteração do público-alvo com a inserção da amostragem de escolas privadas.

Em 2001, o SAEB restringiu a avaliação somente nas disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa. Em 2005, a avaliação foi dividida em: (i) Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB), realizada de forma amostral (atendendo aos critérios estatísticos de no mínimo dez estudantes por turma) das redes públicas e privadas; (ii) Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), mais conhecida como Prova Brasil, realizada de forma censitária. Ambas com o objetivo de avaliar somente Língua Portuguesa e Matemática. Em 2005, criou-se o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que associa as médias de desempenho dos estudantes, apuradas no SAEB, com as taxas de aprovação, reprovação e abandono, apuradas no Censo Escolar. Em 2019, o SAEB passou por nova reestruturação para se adequar à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir de então, a BNCC passou a ser considerada referência na formulação dos itens que compõem as provas do ensino fundamental e médio. Os alunos do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental e 3ª e 4ª série do Ensino Médio de escolas públicas realizam as provas de Língua Portuguesa e Matemática de forma censitária, já as escolas privadas de forma amostral. As provas de Ciências da

Natureza e Ciências Humanas são realizadas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas e privadas de forma amostral (INEP, 2020a).

Em 2018, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) publicou o documento *Sistema de Avaliação da Educação Básica – Documento de Referência versão 1.0* (INEP, 2018), que apresenta as principais diretrizes para a elaboração de instrumentos voltados à verificação da qualidade da educação básica. Ele apresenta as Matrizes de Referência para os Questionários do SAEB e as Matrizes de Referência para os Testes Cognitivos. Para melhor compreensão dos resultados das avaliações externas, é importante que eles sejam analisados sob a luz dos contextos de cada escola e de cada rede de ensino.

No Quadro 1, são apresentados os *Eixos de Qualidade* e seus respectivos temas, que são considerados na elaboração dos *Questionários do SAEB*. Nota-se que, neles, são buscadas informações em duas dimensões. A primeira, extraescolar, que abarca aspectos do ambiente social e Estado, para investigar como a escola se organiza para enfrentar os desafios impostos tanto pelo acúmulo, quanto pela falta do capital econômico, social e cultural das famílias dos estudantes. A outra dimensão é intraescolar, que compreende condições de oferta do ensino, gestão, organização do trabalho escolar, formação, profissionalização, ação pedagógica, acessos, permanência e desempenho escolar (INEP, 2018).

Quadro 1 - Eixos da Qualidade e Temas: Matriz de Referência aos Questionários do SAEB

Eixo da Qualidade	Temas Envolvidos
Equidade	Contexto socioeconômico, cultural e especial. Intersetorialidade (integração de políticas sociais), inclusão.
Direitos Humanos e Cidadania	Direitos humanos e valores éticos; características socioemocionais; clima escolar.
Ensino-Aprendizagem	Currículo e práticas pedagógicas.
Investimento	Padrões. Mecanismos e programas de financiamento público. Arrecadação de recursos para a escola.
Atendimento Escolar	Acesso, trajetória escolar; infraestrutura.
Gestão	Planejamento e gestão – da escola e da rede. Participação na escola e na rede.
Profissionais da Educação	Formação profissional – Condições de trabalho, condições de emprego.

Fonte: INEP (2018, p. 41-44) – adaptado pelas autoras (2022).

A Estrutura das Matrizes dos Testes Cognitivos, de acordo com o documento, é comum às matrizes de todas as áreas do conhecimento e é constituída por tabelas bidimensionais nas quais são informados os Eixos do Conhecimento e os Eixos Cognitivos. No Quadro 2 é apresentado um resumo das matrizes disponibilizadas no Documento de Referência Versão 1.0 (INEP, 2018) e estão presentes as matrizes pertinentes a cada um dos anos com avaliação prevista, com exceção do Ensino Médio. As matrizes para as Ciências da Natureza e Ciências Humanas para o 5º e 9º ano do Ensino Fundamental são descritas, o que pode ser um indício da volta de avaliação nesta área.

Quadro 2 - Matrizes disponíveis no “Sistema de Avaliação da Educação Básica”: Documento de Referência versão 1.0

<table>
<tr><td>Matrizes de Referência</td><td>2º Fund.</td><td>5º Fund.</td><td>9º Fund.</td><td>3º EM</td></tr>
<tr><td>Língua Portuguesa</td><td>X</td><td></td><td></td><td rowspan="5">Não está contemplado nesta versão do documento</td></tr>
<tr><td>Linguagens</td><td></td><td>x</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Matemática</td><td>X</td><td>x</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Ciências Naturais</td><td></td><td>x</td><td>X</td></tr>
<tr><td>Ciências Humanas</td><td></td><td>x</td><td>X</td></tr>
</table>

Fonte: INEP (2018) – adaptado pelas autoras (2022).

A Matriz de Referência dos testes de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental (5º e 9º anos) apresenta o letramento científico como constructo a ser avaliado nos testes do SAEB. O embasamento para a elaboração desses testes são as competências de áreas, as habilidades e as aprendizagens essenciais definidas na BNCC (INEP, 2018). Uma das dimensões da tabela bidimensional para as Ciências Naturais é descrita pelos temas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo como Eixos do Conhecimento. As competências e habilidades previstas na BNCC para as Ciências da Natureza são refletidas em operações cognitivas orientadas por *taxonomies* (ANDERSON *et al.*, 2001; MARZANO e KENDALL, 2006; SASSERON e CARVALHO, 2011) e compõem a outra dimensão da tabela representada pelo Eixo Cognitivo. Essas operações são expressas por verbos que possuem diferentes demandas cognitivas e são denominados pelas letras A, B e C. A associação desses verbos aos temas dos Eixos do Conhecimento possibilita a elaboração de itens para inferir sobre a alfabetização científica do respondente

da prova. A dificuldade do item não está associada somente à complexidade prevista na ação do verbo. Ela está associada à combinação do verbo, do tema e na forma da abordagem. Verbos da coluna (A) são considerados como demandas cognitivas de baixa dificuldade; na coluna (B) de média e na coluna (C) de alta. O Quadro 3 traz um exemplo da transposição de uma habilidade da BNCC para a tabela bidimensional. Nela é possível verificar que o verbo relacionado na coluna (A), *Reconhecer*, tem uma demanda cognitiva menor que o verbo da coluna (B), *Compreender,* que por sua vez, apresenta uma demanda menor que o verbo da Coluna (C) que é *Propor* ou *Avaliar* (ANDERSON *et al.*, 2001).

A Matriz ainda traz a distribuição dos percentuais de itens cujas orientações são descritas nos cruzamentos entre os Eixos do Conhecimento e os Eixos Cognitivos (exemplo de descrição de itens no Quadro 3) (INEP, 2018). A preocupação em indicar esses percentuais decorre do fato de que há representatividade diferencial das habilidades que se traduzem nas operações cognitivas e nos objetos do conhecimento definidos na BNCC do Ensino Fundamental (BRASIL, 2017). Esses percentuais orientarão a elaboração de itens e a montagem de instrumentos de avaliação cognitiva, admitindo, porém, adaptações sempre que necessário (INEP, 2018).

Quadro 3 - Exemplo de transposição de uma habilidade da BNCC para a matriz de Referência para os Testes Cognitivos do SAEB

EIXOS DO CONHECIMENTO	EIXOS COGNITIVOS		
	A	B	C
2. Vida e evolução	A2. Reconhecer como as vacinas atuam no organismo	B2. Compreender a relação entre a vacinação e a manutenção da saúde individual e coletiva	C2. Propor ou avaliar propostas pertinentes de ações, estratégias e políticas públicas destinadas à prevenção e manutenção da saíde coletiva

Fonte: INEP (2018, p. 108).

A preocupação envolvendo o alinhamento entre o documento de referência do , no caso a BNCC, e a matriz orientadora da avaliação é algo pertinente nos programas de avaliação. Martone e Sireci (2009) discutem métodos de verificação do alinhamento entre a avaliação e o , refletindo sobre a abrangência e as limitações de cada um deles: *Webb's method*, *Achieve model* e *Surveys of Enacted Curriculum* (SEC) *methodology*. Para Martone e Sireci (2009),

> Os três métodos citados podem ser utilizados para verificar o alinhamento das avaliações nas dimensões do conteúdo (ocorrência dos conteúdos nos exames e nos currículos ou documentos de orientação) e do nível cognitivo (comparação das demandas cognitivas). A distribuição dos itens, ou seja, como os itens escolhidos contemplam os objetivos da avaliação, pode ser avaliada pelos *Webb's method e Achieve model* e não pode ser verificada pela *Surveys of Enacted Curriculum (SEC) methodology*, uma vez que ela prevê um estudo mais analítico dos conteúdos ministrados em todos os níveis de ensino, gerando um volume de dados difícil de ser comparado. A análise da qualidade do item é outro quesito não previsto pela SEC methodology (*apud* CINTRA; MARQUES JR; SOUSA, 2016, p. 710).

Os detalhes até agora descritos do Documento de Referência do SAEB (INEP, 2018) para o Ensino Fundamental indicam tratar-se de um documento orientador para a elaboração dos questionários do SAEB, dos itens e montagem dos instrumentos de avaliação. A apresentação das tabelas bidimensionais, elaboradas a partir das competências e habilidades descritas na BNCC, com diretrizes acerca das demandas cognitivas e das temáticas, ao relacioná-las a alguns dos possíveis objetos de conhecimento a serem avaliados, dá indícios sobre os instrumentos de avaliação a serem elaborados.

3 PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES (PISA)

No cenário dos programas de avaliação voltadas à Ciências da Natureza realizadas no Brasil, consideramos interessante lançarmos um breve olhar sobre as características do *Program of International Student Assessment* (PISA), em português, *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes*, uma vez que existem muitas similaridades com o documento orientador do SAEB (INEP, 2018). O Brasil participa do PISA desde 2000, quando ocorreu a primeira edição do programa. Trata-se de um estudo que compara o desempenho de estudantes com faixa etária de 15 anos de diferentes países. O PISA é uma iniciativa da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e, a cada três anos, realiza avaliações envolvendo três domínios: leitura, matemática e ciências. Em cada ciclo, o estudo considera uma área do conhecimento como domínio principal e os estudantes respondem um maior número de itens nessa área do conhecimento.

Em 2015, o domínio principal foi ciências, em 2018, leitura e em 2021, matemática. Concomitante aos testes cognitivos, os estudantes respondem questionários, que buscam informação acerca de suas atitudes em relação à aprendizagem e ao contexto escolar. Os estudantes também são avaliados frente aos chamados domínio inovadores como Letramento Financeiro e Competência Global (INEP, 2020).

O PISA, assim como o SAEB, também avalia o letramento científico como constructo na área das ciências da Natureza. Esse constructo é avaliado tendo como base conhecimento de conteúdo (sistemas físicos, sistemas vivos e Terra e espaço), conhecimento Procedimental (métodos e práticas associadas ao conhecimento científico e aos procedimentos padronizados) e Procedimento epistemológico (recursos essenciais na construção do conhecimento da Ciência, como elaboração de hipóteses e teorias a partir de observações, compreensão de modelos e argumentos). Os aspectos cognitivos são avaliados a partir de competências que preveem: explicar fenômenos cientificamente; reconhecer, avaliar e planejar investigações científica; interpretar dados e evidências cientificamente; analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas (OCDE, 2020).

O PISA libera algumas unidades de itens para consulta. Elas podem ser acessadas pelo site do PISA, ou pelo site do INEP em dois documentos: um documento presente na sessão Edições Anteriores – Ciências e o outro Itens Liberados_2015_Ciências. Em todos os documentos é possível acessar os itens em português. O primeiro documento disponibiliza 33 unidades (com itens compostos de várias questões); o segundo apresenta 4 unidades de itens considerados "padrão" e 4 unidades de itens interativos. A partir de 2015, o PISA passou a realizar suas provas também com o uso de computadores. Com essa ferramenta, ganhou-se mais opções para a elaboração dos itens, o que possibilitou a construção de itens que fazem uso de simulações, por exemplo. De forma geral, as unidades padrão são compostas por itens com o uso de material estático (textos, figuras, tabelas e gráficos) e as unidades interativas incluem material de estímulo interativo (simulações, por exemplo). Analisando unidades de itens apresentadas nos dois documentos, pode-se constatar algumas particularidades (OCDE, 2020):

1) Os itens apresentam-se na forma de unidades com várias questões que exploram uma situação-problema (de 4 a 10 questões, por exemplo),

envolvendo processos cognitivos de diferentes ordens (variando de baixa à alta demanda cognitiva).

2) As situações-problema abarcam temas variados (como vacinas, clonagem, efeito estufa, chuva ácida, protetor solar, sementes geneticamente modificadas, clones de bezerros, água potável, mudança climática, ozônio etc.) discutidos em diferentes níveis, local, nacional, global. Os contextos se relacionam aos recursos naturais, ambiente, riscos e fronteiras entre ciência e tecnologia. Em cada unidade observa-se que a linguagem utilizada vai muito além da textual.

3) A comunicação visual é bastante recorrente, com o uso de imagens, charges, gráficos, tabelas, diagramas etc. Os itens aplicados a partir de 2015 disponibilizam simulações. As respostas para solucionar os itens são elaboradas a partir de resultados gerados nas simulações, cujos parâmetros são escolhidos pelos estudantes em um rol de possibilidades presente no item.

4) As unidades são formadas por itens com repostas com múltipla escolha simples ou respostas abertas.

5) Ao final de algumas unidades, presentes no documento da seção "Edições Anteriores – Ciências", são apresentadas questões em que há o interesse em saber a opinião do estudante sobre a problemática que é tratada no item. Em algumas delas não há resposta certa ou errada, o interesse está em conhecer qual das informações apresentadas mais se aproxima da opinião do estudante. Em outras, para cada afirmação há uma sequência de alternativas elaboradas de acordo com a escala Likert, com quatro opções de resposta: Concordo totalmente, concordo, discordo, discordo totalmente. A proposta de quatro, e não de cinco, opções na escala Likert elimina a alternativa em que o respondente pode apresentar uma resposta neutra. De acordo com Hill e Hill (2009), perante a um número ímpar de respostas, há a possibilidade de o respondente dar a resposta de forma conservadora, respondendo no meio da escala (que seria equivalente a uma resposta "média"). De forma geral, nessas abordagens, busca-se conhecer sobre o interesse dos estudantes em ciência, capacidade de avaliar abordagens científicas para a investigação e consciência ambiental (OCDE, 2020).

A Figura 1 apresenta duas imagens de um item interativo presente na avaliação de ciências do PISA de 2015. A unidade de avaliação é composta por 5 itens: a Figura 1(a) apresenta a tela introdutória que o estudante tem acesso antes de iniciar a resolução do item e na Figura 1(b) o último item de uma sequência de cinco. A unidade propõe que o estudante investigue, por meio de simulações, como a temperatura do ar (ºC) e a umidade do ar (%) podem, associadas ao consumo ou não de água, influenciar nos processos de desidratação (indicada pela porcentagem de água perdida pelo organismo, que não deve passar de 2% da massa corpórea) e insolação (indicada pela temperatura corpórea (ºC) que não pode ultrapassar 40 ºC). Para responder aos questionamentos, o estudante manipula essas variáveis e, com os resultados das simulações, constrói argumentos que justificam suas repostas.

Para essa unidade foram elaborados itens com demandas cognitivas baixas, médias e altas. Um item com demanda cognitiva baixa requer que o estudante, por exemplo, saiba realizar um procedimento de uma única etapa, recorde um fato, data ou conceito ou saiba localizar um único ponto de informação em um gráfico ou tabela. Em itens com demandas cognitivas médias, os estudantes devem aplicar conhecimentos conceituais para descrever ou explicar fenômenos, selecionar procedimentos envolvendo duas ou mais etapas, organizar/exibir dados, interpretar ou usar conjuntos de dados simples ou gráficos. As altas demandas cognitivas preveem que os estudantes analisem informações ou dados complexos, sintetizem ou avaliem evidências, saibam justificar a razão do uso de fontes de dados ou desenvolver um plano ou uma sequência de etapas para resolver o problema (OECD, 2020).

Figura 1 - Parte da unidade intitulada "Correndo em clima quente" presente na prova do PISA em 2015 – tela introdutória do item

PISA 2015

Correndo em Clima Quente
Introdução

A simulação é baseada em um modelo que calcula o volume de suor, perda de água e temperatura do corpo de um corredor após uma hora de corrida.

Para ver como todos os controles nesta simulação funcionam, siga os seguintes passos.

1. Mova o cursor de **Temperatura do Ar.**
2. Mova o cursor de **Umidade do Ar.**
3. Clique em "Sim" ou "Não" para **Beber Água.**
4. Clique no botão "Executar" para ver os resultados. Observe que a perda de água de 2% causa desidratação e que a temperatura de 40 °C ou mais causa insolação. Os resultados também serão exibidos na tabela.

Observação: Os resultados mostrados na simulação são baseados num modelo matemático simples de como o corpo de um indivíduo funciona após correr por uma hora em diferentes condições.

Volume de Suor (Litros)
Perda de Água (%)
Desidratação
Temperatura do Corpo (°C)
Insolação

Temperatura do Ar (°C) 20 25 30 35 40
Umidade do Ar (%) 20 40 60
Beber Água ◉ Sim ○ Não
Executar

Temperatura do Ar (°C)	Umidade do Ar (%)	Beber água	Volume de Suor (Litros)	Perda de Água (%)	Temperatura do Corpo (°C)

Fonte: OECD (2020).

Figura 2 - Parte da unidade intitulada "Correndo em clima quente" presente na prova do PISA em 2015 – último item da unidade de avaliação

Fonte: OECD (2020).

Dos cinco itens que compõem a unidade de avaliação parcialmente apresentada na Figura 1, dois itens propõem interpretar e explicar dados e evidencias científicas, com demanda cognitiva caracterizada como baixa. Os demais itens têm como demandas cognitivas avaliar e planejar experimentos científicos, sendo dois com demandas médias e um com demanda alta.

Diante das semelhanças que existem entre o documento norteador do SAEB (INEP, 2018) e o PISA, ambos na área de Ciências da Natureza, o exemplo de item interativo ilustrado na Figura 1 pode servir como material para reflexão na confecção de itens a serem utilizados em provas do SAEB. Até 2019, a previsão para elaboração dos instrumentos de avaliação da área de Ciências da Natureza do SAEB era somente com questões objetivas. Conforme já mencionado no novo documento de referência (INEP, 2018), as provas elaboradas tendo esse documento como base, poderão ter itens abertos, em função das demandas cognitivas a serem avaliadas. Nesta nova perspectiva, o uso das simulações pode ampliar enormemente as possibilidades de avaliação e tornará plausível o estudante trabalhar com as variáveis de um experimento, permitindo que ele coloque em prática seus conhecimentos de avaliar e planejar investigações científicas (OCDE, 2020).

Ao comparar o item da Figura 1 com as avaliações que tradicionalmente são realizadas no Brasil durante a formação acadêmica dos estudantes, percebemos que nelas os itens trazem abordagens conceituais e de aplicação desses conceitos, sendo recorrente os processos mnemônicos que envolvem demandas cognitivas de baixa complexidade como a simples lembrança de informações, utilização de fórmulas ou de algoritmos (CINTRA, MARQUES JR.; SOUSA, 2016).

Na comparação dos dados do PISA entre 2006 e 2015, conforme o documento *Brasil no PISA 2015: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros* (OCDE, 2016), de maneira geral, as médias de ciências dos estudantes brasileiros oscilaram, aumentando, aproximadamente, 15 pontos de 2006 para 2009 e diminuindo, progressivamente, nos anos de 2012 e 2015 (2006 – 390; 2009 – 405; 2012 – 402; 2015 – 401). Mesmo com o salto realizado entre os anos de 2006 e 2009, a nota dos estudantes brasileiros ainda é significativamente inferior às dos estudantes dos países da OCDE.

Analisados os níveis de proficiência em ciências, observa-se que, no Brasil, 56,6% dos estudantes estão abaixo do nível 2, estágio considerado pela OCDE como mínimo necessário para que os jovens possam exercer sua cidadania em situações simples. Neste nível os estudantes “[...] demonstram ter conhecimento

epistemológico básico ao conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente e usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão válida em um conjunto simples de dados" (OCDE, 2016, p. 46).

Somente 4% dos brasileiros atingem o nível 4, quando a média da OCDE é de 19,01% de estudantes neste nível. Para esses estudantes, espera-se que eles saibam usar conhecimento de conteúdo mais complexo e abstrato na construção de explicações de eventos e processos complexos ou pouco conhecidos, a partir de experimentos que envolvam duas ou mais variáveis independentes em contextos restritos. Menos de 1% dos estudantes brasileiros foram classificados no nível 5, que prevê estudantes que conseguem "[...] aplicar conhecimento epistemológico mais avançado para avaliar projetos experimentais alternativos, justificar suas escolhas e usar conhecimento teórico para interpretar informações e fazer suposições" (OCDE, 2016, p. 49).

No Brasil, as dependências administrativas com melhores desempenhos são as redes Federais (517) e Particulares (487), apresentando médias maiores que a do Brasil (401), enquanto Estados (394) e Municípios (329) apresentam médias menores que a nacional (OCDE, 2016). Um estudo realizado por Marques, Sousa e Cintra (2019), que analisou provas do Exame Nacional do Ensino Médio, constatou que, assim como os resultados apresentados no PISA, em questões que envolvem representações gráficas, o desempenho dos estudantes de redes de ensino Federal e Particular é superior quando comparados aos das dependências estaduais e municipais.

4 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), criado em 1998, tem como principal finalidade a avaliação individual do desempenho do participante ao final do ensino médio. Podem realizar o exame, alunos concluintes e egressos do ensino médio (INEP, 2020). A adesão ao Enem é voluntária, logo seus resultados não podem ser utilizados como referencial para a análise de uma etapa do ensino.

Desde a sua criação, ocorreram mudanças nas possibilidades de utilização dos seus resultados. De acordo com o Edital Nº 25 de 30 de março de 2020 (BRASIL, 2020a), seus resultados podem: i) permitir a autoavaliação do participante, visando a continuidade na sua formação acadêmica e inserção no mercado de trabalho; ii) servir como referência nacional para aperfeiçoamento do currículo

do ensino médio; iii) possibilitar o acesso à educação superior, como mecanismo único, alternativo ou complementar, principalmente em Instituições Públicas Federais de ensino superior; iv) dar acesso a programas estudantis de apoio e financiamento governamental; v) subsidiar o desenvolvimento de estudos e indicadores sobre a educação (BRASIL, 2020a). Ainda em 2020, foi publicado o Edital Nº 27 de 30 de março de 2020 (BRASIL, 2020b), que instituiu o Enem Digital, que prevê a realização da prova para até 100 mil participantes em algumas cidades do Brasil (BRASIL, 2020b).

Em 2009, o Enem passou por importantes alterações, o que inclui mudanças na metodologia de análise dos resultados, passando a utilizar a Teoria de Resposta ao Item (TRI) e reestruturação da Matriz de Referência (INEP, 2009). Essa matriz está pautada em cinco eixos cognitivos comuns a todas as áreas do conhecimento, a saber: i) Dominar linguagens; ii) Compreender fenômenos; iii) Enfrentar situações-problema; iv) Construir argumentação; v) Elaborar propostas. Cada área do conhecimento possui suas competências específicas que são desenvolvidas em habilidades (trinta habilidades para cada área) e uma lista de conteúdos, denominados objetos de conhecimento (INEP, 2009).

Com a promulgação da BNCC do Ensino Médio, em 2018, e considerando o necessário alinhamento entre os currículos, as instruções e as avaliações (MARTONE; SIRECI, 2009), há expectativa de mudanças na matriz de referência do Enem, uma vez que novos currículos devem ser criados a fim de contemplarem a BNCC.

4.1 Enem e o ensino de Biologia

Como mencionado anteriormente, o Enem é um exame que ocorre por adesão dos respondentes. Portanto, os seus resultados não podem ser considerados em políticas avaliativas que parametrizam os conhecimentos de Biologia adquiridos ao longo do Ensino Médio. São muitos os fatores que influenciam as práticas docentes, os ambientes de aprendizagem e os conteúdos e habilidades desenvolvidos em cada unidade de ensino. Por esse motivo, avaliar habilidades e conhecimentos do campo disciplinar da Biologia em um só exame é bastante improvável (RODRIGUES, 2018).

Mancini, Marques Junior e Cintra (2017) analisaram os itens envolvendo conhecimentos de Biologia presentes nos testes do Enem de 2009 a 2014, utilizando a Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON *et al.*, 2001) como referencial

metodológico. Seus estudos mostraram que 84% desses itens tinham como demandas cognitivas Lembrar e Entender, associadas a conhecimentos Factual e Conceitual. Habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS – *lower-order cognitive skills*) se relacionam a questões que demandam a lembrança de informações, ou aplicação de teorias, ou conhecimentos associados a situações, ou contextos familiares (TSAPARLIS; ZOLLER, 2003).

Uma análise dos exames de 2012 a 2016 indica que o tema "Ecologia e Ciências Ambientais" foi o mais recorrente nessas avaliações, seguido por "Moléculas, células e tecido", "Identidade dos seres vivos", "Hereditariedade e diversidade da vida", "Qualidade de vida das populações humanas" e, por último, "Origem e evolução da vida". A não homogeneidade dos conteúdos presentes nesses exames pode ser um indicativo da pluralidade de conceitos abordados, mas, ao mesmo tempo, os autores também destacam a priorização de alguns tópicos específicos em detrimento de outros (SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2019; SILVA; REBELLO; CANHOTO, 2020).

Independentemente do tema, habilidade ou conceito de Biologia ao qual o item esteja relacionado, o desempenho está fortemente associado à origem escolar do participante (BRITO, 2015). Uma das consequências desse resultado pode ser a falta de conexão desses itens com elementos socialmente relevantes e que estejam próximos à vivência dos alunos (ALMEIDA, 2016). Por esse motivo, cabe ressaltar a importância da elaboração de itens que minimizem as diferenças contextuais em que vivem os estudantes, priorizando situações contextualizadas e que abranjam a Biologia como um todo e não avaliando na forma de conceitos fragmentados.

4.2 Enem e o ensino de Física

Diversos autores – a exemplo de Silva; Martins (2014) e Nascimento; Cavalcanti; Ostermann (2018) – já realizaram pesquisas que envolvem os conceitos de Física nas provas do Enem. Esse componente curricular corresponde a cerca de 1/3 da prova de Ciências da Natureza e tem motivado duras críticas aos elaboradores de itens e gestores do exame. Falsa interdisciplinaridade, enunciados com formulação ambígua, falta de informações necessárias para resolução dos itens e problemas com os gabaritos são alguns dos apontamentos feitos (BASSALO, 2011; SILVEIRA; STILCK; BARBOSA, 2014; GONÇALVES JR.; BARROSO, 2014).

As análises das questões com base na Taxonomia Revisada de Bloom apontaram que grande parte dos itens se relacionava com dimensões do conhecimento

de maior carga cognitiva, ou seja, além de dominar os conteúdos básicos, os discentes tinham que fazer inter-relações com o contexto e aplicar fórmulas e procedimentos matemáticos para a resolução do item. Eletricidade, mecânica, termodinâmica, óptica, ondulatória e Física moderna foram os principais conteúdos, nessa ordem de prioridade, abordados nessas provas. No entanto, estudiosos da área reivindicam a necessidade de mais itens que tratem da Física moderna, uma vez que contribuem para a compreensão do atual desenvolvimento técnico-científico (SILVA; MARTINS, 2014).

Grande parte das questões analisadas nas provas de 2009 a 2012 foi classificada como contextualizada ou parcialmente contextualizada, o que indica uma aproximação com o contexto dos alunos e o que preconizam documentos oficiais. Além disso, aproximadamente 80% dos itens (também das provas de 2009 a 2012) foram considerados disciplinares, ou seja, exigiam somente conhecimentos específicos de Física para sua resolução, na contramão da proposta de interdisciplinaridade (JOSÉ *et al.*, 2014).

Se analisarmos trabalhos que discutem o desempenho dos estudantes em itens de Física, será possível observar que, quanto maior o viés quantitativo ou a especificidade do conceito físico abordado no item e o distanciamento da realidade do aluno, menores são os índices de acerto para estudantes, principalmente ao considerarmos aqueles de nível socioeconômico baixo. Por outro lado, itens mais contextualizados podem ser considerados uma alternativa para elaboração de itens mais democráticos, não somente para a prova de Física, mas para toda a prova de Ciência da Natureza (NASCIMENTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2018). As abordagens menos fragmentadas dos conceitos e mais próximas dos conteúdos escolares podem ser uma excelente estratégia para melhorar não somente o desempenho dos estudantes nesse exame, mas também sua qualidade (KLEINKE, 2017).

4.3 O Enem e o Ensino de Química

Estudos com diversos enfoques analisaram as características dos itens de Química do Enem, dentre eles: o caráter transversal e interdisciplinar dos itens (HIPÓLITO; SILVEIRA, 2011), os conceitos de Química orgânica (MACHADO; CINTRA; SOUSA, 2017), as características desses itens (BROIETTI *et al.*, 2017), a correlação entre a Matriz de Referência e os itens de Química (CINTRA; MARQUES JR.; SOUSA, 2016), os aspectos sociocientíficos (STADLER, 2015), a

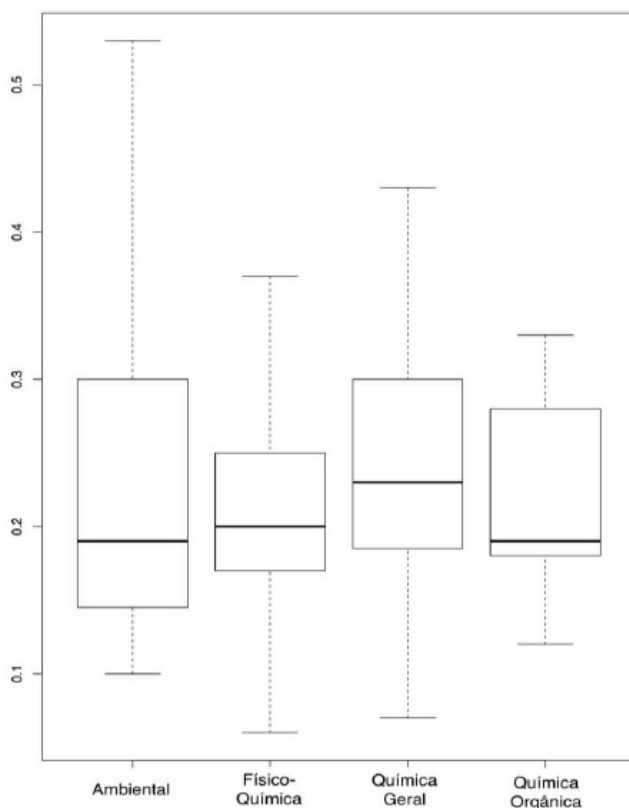
influência desse exame no currículo de Química da educação básica (MACENO *et al.*, 2011), a correlação entre os conhecimentos de Química avaliados no Enem e o currículo (CISZEVSKI; SOUZA; CINTRA, 2019), entre outros.

A partir de 2009, com a alteração da Matriz de Referência do Enem, nota-se que gradualmente os itens avaliando conceitos de Química passaram a ter um caráter menos transversal e interdisciplinar, em contradição com o que propõem os documentos oficiais que norteiam esse exame. De acordo com Cintra, Marques Jr e Sousa (2016), as avaliações dos conhecimentos de Química no Enem, no período de 2009 a 2013, foram marcadas por itens que privilegiaram processos mnemônicos em relação a conhecimentos conceituais e/ou procedimentais, envolvendo demandas cognitivas de baixa complexidade como a simples lembrança de informações e utilização de fórmulas ou de algoritmos. Outra questão que chama a atenção é a recorrente avaliação de alguns conceitos em detrimento de outros. Em alguns dos anos avaliados, houve a polarização de algumas subáreas da Química, por exemplo, Química orgânica (MACHADO; CINTRA; SOUSA, 2017). Em 2012, 46% dos itens envolvendo conhecimentos de Química avaliaram conteúdos de Química Orgânica. Já nos anos de 2009 a 2011, conhecimentos dessa subárea da Química corresponderam a menos de 10% dos itens de Química presentes nas provas (CISZEVSKI; SOUZA; CINTRA, 2019). Em um exame, os objetivos de aprendizagem devem ser contemplados tanto pela abordagem adequada de conhecimentos e habilidades, em consideração a aspectos como o nível de dificuldade, assim como a distribuição dos conteúdos presentes nos itens (JUDI *et al.*, 2012). Chama a atenção nas provas do Enem a variedade de contextos presentes nos itens, com uma extensa gama de situações do cotidiano, que avaliam os conhecimentos de Química. Essa característica é relevante, pois proporciona ao estudante compreender a inter-relação entre esses conhecimentos e o seu universo (CINTRA; MARQUES JR.; SOUSA, 2016).

Um aspecto importante no estudo das provas do Enem é a verificação da correlação entre os conhecimentos de Química presentes nas avaliações, aqueles presentes no currículo prescrito e aqueles efetivamente desenvolvidos na sala de aula (MARTONE; SIRECI, 2009). Estudos envolvendo a correlação entre os conteúdos relacionados à área de Química, presentes nos testes do Enem, o currículo do Estado de São Paulo e a prática de um grupo de docentes (CARVALHO; CISZEVSKI; CINTRA, 2019) apontaram consonância parcial entre o currículo, Material Didático Pedagógico e os conhecimentos de Química avaliados nas

provas. A Figura 2 apresenta o *boxplot* com as taxas de acertos para os discentes das escolas estaduais paulistas que responderam os itens de Química presentes nas provas do ENEM aplicadas no período de 2009 a 2013 (CARVALHO; CISZEVSKI; CINTRA, 2019). Os valores da mediana de acerto para as diferentes subáreas da Química apresentaram poucas alterações: Química Geral 0,25, Físico-Química 0,20, Química Ambiental e Orgânica ligeiramente abaixo de 0,20. Independente da subárea, o desempenho da maioria dos participantes do exame é preocupante. Em todas, o desempenho ficou abaixo de 0,30, indicando que a média dos acertos está abaixo de 30%, ou seja, menos de 30% daquela população acertam as coleções de itens de Química presentes nas provas.

Figura 2 - Taxas de acertos para os respondentes das escolas estaduais paulistas que responderam os itens de Química presentes nas provas do Enem aplicadas de 2009 a 2013

Fonte: Ciszevski; Sousa; Cintra (2019, p. 254).

A investigação da prática docente pode ser um caminho na busca de elementos para compreender os resultados apresentados na Figura 2. Um estudo pontual de Carvalho, Ciszevski e Cintra, (2019), com professores da rede estadual paulista, indicou que há maior alinhamento entre currículo, provas e prática docente com conteúdos de Química ministrados no 1º ano do Ensino Médio, uma vez que possuem caráter menos abstratos e menor demanda de conhecimentos prévios. Já os conteúdos recomendados para o 2º e 3º anos do Ensino Médio são os que possuem maior demanda de conhecimentos prévios de conceitos, os alunos apresentam maior dificuldade para compreendê-los e muitas vezes esses conceitos são trabalhados de maneira mais superficial. O estudo ainda mostra que, habitualmente, mais da metade dos conhecimentos avaliados no Enem são estudados no 2º e 3º anos do Ensino Médio. Esta reflexão não pode desconsiderar o cenário das escolas públicas estaduais paulistas com um baixo número de aulas semanais de Química, ausência de laboratórios didáticos ativos que permitam a realização de aulas práticas e elevado número de alunos nas salas de aulas, composto na maioria das vezes, por grupos sociais menos favorecidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma tendência natural para todas as avaliações aqui discutidas é que, em breve, elas serão realizadas somente em computador (*Computer-based assessment*). Essa mudança poderá incrementar novas dificuldades para determinados grupos de estudantes: alfabetização para além da textual, dado o uso intenso de representações (gráficos, diagramas etc.); aquisição de uma consciência espacial e habilidade motora para a realização das provas nesta nova plataforma (fato que poderá ser mais trabalhoso para pessoas não nascidas na era digital); superação das dificuldades para oferecer computadores com potencias mínimas necessárias para todos os participantes dos testes, independentemente do local onde ele estiver realizando a prova, entre outras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. B. Potenciais aspectos sociocientíficos em itens de biologia do ENEM. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 4, p. 83-91, 2016. Disponível em: https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/2995. Acesso em: 15 abr. 2022.

ANDERSON, L. W *et al.* **A taxonomy for learning, teaching, and assessing**: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Longman, 2001.

BASSALO, J. M. Questões de Física do ENEM/2009. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 325-355, 2011. ISSN 2175-7941. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p325. Acesso em: 15 abr. 2022.

BRASIL. **Edital n. 25, de 30 de março de 2020.** Exame Nacional Do Ensino Médio - Impresso. Brasília: Diário Oficial da União, 2020a.

BRASIL. **Edital n. 27, de 30 de março de 2020** (*) Exame Nacional Do Ensino Médio – Enem 2020 Digital. Brasília: Diário Oficial da União, 2020b.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** – Educação é a Base. Brasília: MEC, 2020c.

BRITO, B. R. **As concepções alternativas em exames de larga escala:** uma análise das questões de Biologia do Enem. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2015.

BROIETTI, F. C. Caracterizando questões de Química em processos avaliativos de larga escala: uma análise comparativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 105-133, 2017.

CARVALHO, L.; CISZEVSKI, E. S.; CINTRA, E. P. Reflexões baseadas no diálogo entre o exame nacional do ensino médio, currículo e prática docente no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 12, p. 290-307, 2019. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8179. Acesso em: 15 abr. 2022.

CINTRA, E. P.; MARQUES JR, A.; SOUSA, E. C. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. **Ciênc. Educ.**, v. 22, n. 3, p. 707-725, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132016000300707&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 abr. 2022.

CISZEVSKI, E. D.; SOUSA, E. C.; CINTRA, E. P. Há sincronismo entre os conteúdos conceituais avaliados nos itens de química do Enem e aqueles propostos no Currículo Estadual Paulista? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 244-257, 2019. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1427. Acesso em: 15 abr. 2022.

GONÇALVES JR.; W. P.; BARROSO, M. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1-16, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000100017&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 abr. 2022.

HILL, M. G.; HILL, A. **Investigação por Questionário**. Lisboa: Sílabo, 2009.

HIPÓLITO, A.; SILVEIRA, H. As questões de Química do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em um enfoque transversal e interdisciplinar. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – VIII ENEPC, [**Anais...**], Campinas, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).** Disponível em: http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/SAEB/historico. Acesso em: 03 maio 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Matriz de referência para o ENEM 2009.** Brasília, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sistema de Avaliação da Educação Básica - Documento de Referência versão 1.0**. 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/SAEB/2018/documentos/SAEB_documentos_de_referencia_versao_1.0.pdf. Acesso em: 10 maio 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Enem - Histórico**. 2020. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/web/guest/enem/historico Acesso em: 10 maio 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa).** 2020. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/pisa. Acesso em: 5 abr. 2022.

JOSÉ, W. D. *et al.* Enem, temas estruturadores e conceitos unificadores no ensino de física. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 171-188, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172014000300171&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 abr. 2022.

JUDI, H. M. *et al.* Alignment of statistics course using examination items. **Procedia: social and behavioral sciences**, v. 59, n. 17, p. 264-269, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812037226. Acesso em: 15 abr. 2022.

KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do Enem 2012. **Rev. Bras. Ensino Fís**, v. 39, n. 2, p. e2402, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172017000200502&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 abr. 2022.

MACENO, N. G. *et al.* A Matriz de Referência do ENEM 2009 e o Desafio de Recriar o Currículo de Química na Educação Básica. **Química nova na escola**, 33(3), p. 153-159, 2011. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_3/. Acesso em: 15 abr. 2022.

MACHADO, J. M.; CINTRA, E. P.; SOUSA, E. C. Conceitos de Química orgânica avaliados nos itens do enem 2009-2014. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5287-5286, p. 5287-5286, 2017. Disponível em: https://ddd.uab.cat/record/183058. Acesso em: 15 abr. 2022.

MANCINI, G. V.; MARQUES JUNIOR, A. M.; CINTRA, E. P. Análise dos itens de biologia presentes no Enem. **Enseñanza de las Ciências**, n. extraordinário, p. 1479-1484, 2017. Disponível em: https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337020/0. Acesso em: 15 abr. 2022.

MARQUES, E. F.; SOUSA, E. C.; CINTRA, E. P. Parâmetros pedagógicos e estatísticos no estudo de itens contendo linguagem gráfica presentes no Exame Nacional do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 478-495, 2019. Disponível em: http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/345. Acesso em: 15 abr. 2022.

MARTONE, A.; SIRECI, S. G. Evaluating alignment between curriculum, assessment, and instruction. **Review of Educ. Research**, v. 79, n. 4, p. 1332-1361, 2009. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0034654309341375?journalCode=rera. Acesso em: 15 abr. 2022.

MARZANO, R. J.; KENDALL, J. S. **The new taxonomy of educational objectives**. C. Press, 2006. Disponível em: http://files.hbe.com.au/samplepages/CO2399.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Uma busca por questões de Física do ENEM potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 40, n. 3, p. e3402, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180611172018000300501&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 abr. 2022.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Brasil no PISA 2015** – Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. Brasília: Fundação Santillana, 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Pisa** 2015a. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework/pisa-2015-science-framework_9789264281820-3-en#page1. Acesso em: 3 fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Pisa 2015 Released Field Trial Cognitive Items.** Programme for International Student Assessment, 2015b. Disponível em: https://www.oecd.org/pisa/test/PISA2015-Released-FT-Cognitive-Items.pdf. Acesso em: 12 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Test Questions**. Disponível em: http://www.oecd.org/pisa/PISA2015Questions/platform/index.html?user=&domain=SCI&unit=S623-RunningInHotWeather&lang=por-BRA. Acesso em: 20 jan. 2020.

RODRIGUES, J. S. **O ENEM e suas múltiplas influências no currículo e ensino de biologia.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Federal da Paraíba, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Areia (PR), 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVA, D.; REBELLO, P. V.; CANHOTO, C. Avaliação adequada ao currículo? o que dizem os conteúdos solicitados nas provas de biologia dos exames nacionais em Portugal e no Brasil. **Revista Ensaio**, 22, p. e12465, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172020000100311&script=sci_arttext. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVA, L. A.; SOUSA, T. T.; CARVALHO, C. V. Categorização das temáticas de biologia no ENEM no período de 2012 a 2016. *In:* XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 7, p. 1-9, **Anais [...]**, Natal, 2019.

SILVA, V. A.; MARTINS, M. I. Análise de questões de física do ENEM pela taxonomia de Bloom revisada. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 189-202, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172014000300189&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, v. 37, n. 1, p. 1101. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/TpSdTxpHR3XBgFttPmgmyPF/?lang=pt. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVEIRA, F. L.; STILCK, J. F.; BARBOSA, M. C. Comunicações: Manifesto sobre a qualidade das questões de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 473-479, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000101101&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 15 abr. 2022.

STADLER, J. P. **Análise de aspectos sociocientíficos em questões de química do Enem:** subsídio para a elaboração de material didático para a formação cidadã. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2015.

TSAPARLIS, G.; ZOLLER, U. Evaluation of higher vs. lower-order cognitive skills-type examinations in chemistry: implications for university in-class assessment and examinations. **University Chemistry Education**, v. 7, n. 2, p. 50-57, 2003.

11 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES EM PROCESSOS CENTRADOS NA RACIONALIDADE CRÍTICA

Daiane Carina Almeida Volkart[1]

Marcus Eduardo Maciel Ribeiro[2]

1 APRESENTANDO NOSSA DISCUSSÃO

A educação tem passado por consideráveis mudanças, seja pelo modo de aprender ou pelo de ensinar. Os estudantes que frequentam as escolas hoje não são os mesmos de décadas atrás. Assim, o método de decorar conteúdos e copiar longos textos deveria estar superado, embora ainda seja o mais usado nas escolas. Isso pode ser percebido em todos os níveis escolares, desde o ensino fundamental até o ensino superior. Ao vislumbrar essas questões, pensa-se ser relevante proporcionar a discussão de como as escolas e os professores poderiam repensar sua prática para assumir um papel fundamental diante de tantas demandas no cenário educacional atual.

Para tanto, é importante que os docentes estejam preparados para esse novo contexto social, visando uma escola que prepara estudantes críticos, autônomos e empreendedores. O professor que estiver em constante aperfeiçoamento, estudando e buscando processos de reflexão, se colocará em condições de melhorar a sua própria prática pedagógica. Segundo Freire (1991, p. 58), "Ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro da

1 Coordenadora de projetos e eventos, professora de Ciências, Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esportes, Rua Júlio de Castilhos, 1486, Morro do Leôncio, Taquara, Rio Grande do Sul. Contato: daia.volkart@gmail.com

2 Professor EBTT, coordenador do curso de Especialização em Educação pela pesquisa, Instituto Federal Sul-rio-grandense, Rua Pinheiro Machado, 205, Industrial, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Contato: profmarcus@yahoo.com.br

tarde. Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, a gente se forma, como educador, permanentemente, na prática e na reflexão sobre a prática".

Nesse contexto, este estudo surgiu mediante a intenção de discutir a forma pela qual os professores podem melhorar sua prática buscando chamar atenção dos estudantes para o ensino de Ciências. Busca-se propor caminhos para inserir a pesquisa como princípio pedagógico em âmbito escolar, despertando nos estudantes a vontade de buscar, produzir e inovar.

Inicialmente, adotamos aqui o conceito de racionalidade para Moraes que, ao interpretar Habermas, afirma que "racionalidade é a maneira como os sujeitos falantes e atuantes adquirem e usam o conhecimento" (MORAES, 2003, p. 57). Nessa compreensão, *adquirir e usar o conhecimento* remete a um processo de apropriação de competências que estão ao alcance do processo cognitivo do sujeito. A racionalidade, por fim, é uma expressão da razão humana.

Assim, este texto, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, pretende identificar as Comunidades de Prática como ambientes de formação continuada de professores, nas quais se desenvolva racionalidade crítica. Para Freire (1996, p. 30), "Ensinar exige criticidade". Procura-se, então responder a seguinte questão: *Como a racionalidade crítica pode ser a característica de uma proposta de formação de professores no contexto de uma Comunidade de Prática?*

Por racionalidade crítica, Carr e Kemmis (1986, p. 156) defendem que esse modelo:

> [...] carrega uma visão de pesquisa educacional como análise crítica que direciona a transformação da prática educacional, os entendimentos sobre educação, e os valores educacionais daqueles envolvidos no processo. Nesse sentido, uma ciência da educação crítica não é uma pesquisa sobre ou a respeito de educação, ela é uma pesquisa na e para a educação.

Para referenciar este texto, a fundamentação teórica está baseada em Carr e Kemmis, Diniz-Pereira, Cyrino, Contreras, Martinelli, Ribeiro, Silva-Schommer, Wenger e Freire. Partindo das reflexões apresentadas até aqui, este capítulo pretende compreender as diferentes racionalidades possíveis na formação docente, analisando o processo de formação continuada por meio de comunidades de prática com foco na pesquisa em sala de aula nas aulas de Ciências.

2 INTERLOCUÇÕES TEÓRICAS

As interlocuções construídas para este estudo centraram-se em um olhar para a formação continuada de professores, a partir da ideia da racionalidade e das comunidades de prática.

2.1 Formação continuada de professores

A formação continuada vem sendo discutida em investigações e em programas de pós-graduação. Sua importância se manifesta no instante em que propicia a formação da identidade docente, a sua criticidade e a ressignificação dos conceitos sobre aprender e ensinar. Nesse sentido, vale ressaltar a importância de ter uma formação inicial bem estruturada e que encaminhe o novo profissional a um patamar maior de discussão teórica e mesmo sobre sua prática.

De acordo com Freire (1996, p. 24),

> É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Dessa forma, entende-se que a formação continuada pode estar cada vez mais afinada com a realidade dos professores, promovendo a análise e o diálogo entre profissionais que possam compartilhar sobre seus anseios, problemas e realizações referentes ao dia a dia dentro da sala de aula.

Para Ribeiro (2013, p. 34),

> Independentemente da qualidade de sua formação inicial, há a necessidade de os professores participarem continuamente de projetos de formação continuada. Alguns cursos têm como objetivo uma melhora técnica, isto é, a “transmissão” de informações sobre as técnicas da ciência que se está trabalhando. Outros cursos proporcionam *atualizações pedagógicas*. Nesses, os professores envolvidos podem vivenciar formas novas de ensino.

Assim, a necessidade de participação em grupos de discussão e de trabalho coletivo pode afastar os professores de propostas de repetição e melhoria de técnicas de ensino, promovendo uma busca a processos de reflexão crítica sobre a própria prática.

Como modelo de formação continuada, a proposta de grupos colaborativos vem sendo bastante debatida em documentos acadêmicos. Os grupos colaborativos atuam no sentido de permitir a reflexão e compartilhamento entre colegas que passam por situações semelhantes e podem discutir suas práticas e apreensões. Segundo Lave e Wenger (2008), o saber de um grupo não se dá pela soma dos saberes de seus componentes, mas pelo saber construído pelo próprio grupo. Exemplo de formação docente por meio de grupos colaborativos são as Comunidades de Prática (CoP), cuja ideia central, segundo Ribeiro (2017, p. 46), "é que os participantes tragam para as discussões periódicas os problemas que vivenciam em sua prática para que, em um ambiente de discussão, se possam estabelecer novas propostas de ação".

A discussão sobre formação continuada de professores se mostra importante já que demonstra estar em constante inovação. Nesse contexto, apresentam-se a seguir as diferentes modelos de racionalidade na formação de professores, enfatizando a importância da racionalidade crítica para construção de um processo de mudança em âmbito educacional.

2.2 Conceitos de racionalidade aplicados aos processos de formação docente

Tomando como premissa orientadora a formação docente, podem ser percebidas diferentes racionalidades nos processos de formação docente. As formas de racionalidade que se expressam em propostas de formação continuada de professores e que são encontradas em relatos acadêmicos. Entre as racionalidades aí identificadas, destacam-se a racionalidade técnica e a racionalidade prática. Busca-se, também, discutir e contextualizar especificamente o modelo de racionalidade crítica que servirá de embasamento para a análise e discussão de grupos colaborativos por meio de Comunidades de Prática (CoP).

A racionalidade técnica se caracteriza, em especial, pelo engessamento da ação docente pois, segundo Freire e Schor (1986, p. 14), "o conhecimento, atualmente, é produzido longe das salas de aula, por pesquisadores, acadêmicos, escritores de livros didáticos e comissões oficiais de currículo, mas não é criado e recriado pelos estudantes e pelos professores nas salas de aula". Modelos de formação nos quais um professor formador "dá aulas" a professores-estudantes são caracterizados pela ação da racionalidade técnica.

No entendimento de Diniz-Pereira (2014, p. 34),

> de acordo com o modelo da racionalidade técnica, o professor é visto como um técnico, um especialista que rigorosamente põe em prática as regras científicas e/ou pedagógicas. Assim, para se preparar o profissional da educação, conteúdo científico e/ou pedagógico é necessário, o qual servirá de apoio para sua prática. Durante a prática, professores devem aplicar tais conhecimentos e habilidades científicos e/ou pedagógicos.

Contrapondo-se ao modelo de racionalidade técnica apresenta-se a racionalidade prática na qual, de acordo com Carr e Kemmis (1986, *apud* DINIZ-PEREIRA, 2014),

> A visão prática concebe a educação como um processo complexo ou uma atividade modificada à luz de circunstâncias, as quais somente podem ser "controladas" por meio de decisões sábias feitas pelos profissionais, ou seja, por meio de sua deliberação sobre a prática.

Para Carr e Kemmis (1986), "a prática não pode ser reduzida ao controle técnico". Assim, o conhecimento dos profissionais não pode ser visto como um conjunto de técnicas ou como um kit de ferramentas para a produção da aprendizagem, mesmo admitindo a existência de alguns "macetes" e técnicas. Dessa forma, descreve-se que existem alguns modelos de formação de professores dentro do modelo da racionalidade prática, dentre os quais: o modelo humanístico, o modelo de "ensino como ofício" e o modelo orientado pela pesquisa.

No modelo humanístico, os professores são os principais definidores de um conjunto particular de comportamentos que eles devem conhecer a fundo (ZEICHNER, 1983; TATTO, 1999); no modelo de "ensino como ofício", o conhecimento sobre ensino é adquirido por tentativa e erro por meio de uma análise cuidadosa da situação imediata (TATTO, 1999); no modelo orientado pela pesquisa, o propósito é ajudar o professor a analisar e refletir sobre sua prática e trabalhar na solução de problemas de ensino e aprendizagem na sala de aula (TABACHNICK; ZEICHNER, 1991).

Esses modelos procuram superar as barreiras colocadas pelo modelo positivista de formação de professores. De fato, novas formas de pensar a formação de professores tentam romper com concepções tradicionais e dominantes na formação docente (DINIZ-PEREIRA, 2014).

Conforme Ribeiro (2017), trata-se, aqui, de compreender que a prática do professor resulta de uma trajetória que tem competência e saberes construídos ao longo de toda sua vida, e não apenas no período de sua formação universitária. Assim, a difícil tarefa da construção do saber prático constitui-se na capacidade de dotar de sentido teórico os saberes constituídos ao longo de sua experiência.

Por fim, assim como a racionalidade prática, a racionalidade crítica também se apresenta como opção frente à racionalidade técnica e tem como meta ampliar o processo de reflexão sobre a ação educativa. Nesse sentido, Contreras (2002, p. 157-158) afirma:

> Acrescentando um viés crítico ao contexto em que tal ação ocorre, conduz os professores a questionarem sua concepção de sociedade, de escola e de ensino. Nessa perspectiva, os professores participam tanto da construção do conhecimento teórico quanto da transformação do pensamento e da prática social. Dessa forma, o professor deve "desenvolver um conhecimento sobre o ensino que reconheça e questione sua natureza socialmente construída e o modo pelo qual se relaciona com a ordem social, bem como analisar as possibilidades transformadoras implícitas no contexto social das aulas e do ensino.

Para Carr e Kemmis (1986), *pesquisa* é a palavra-chave quando ensino e currículo são tratados de um modo crítico e estratégico. De acordo com esses autores, "um tipo de pesquisa que ele sugere requer que professores se tornem figuras críticas na atividade de pesquisa" (CARR; KEMMIS, 1986, p. 39). Um "projeto de pesquisa" não significa apenas "investigar atitude sobre o ensino e o currículo", mas também "um domínio específico de ação estratégica será selecionado para uma investigação mais sistemática e continuada".

Segundo Freire (1996, p. 39), "[...] na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática". Portanto, no modelo da racionalidade crítica, a formação docente está alicerçada na busca pela igualdade e justiça social, onde a sala de aula torna-se um local que permite ao professor formas e maneiras coletivas de pensar e agir, e, nesse contexto, acredita-se que uma comunidade de prática (CoP), embasada no modelo da racionalidade crítica poderá contribuir na busca pela transformação da sociedade.

2. 3 As comunidades de prática nos processos de formação de professores

Comunidades de prática (CoP) são formas de formação coletiva desenvolvidas por Etienne Wenger (1998). Uma Comunidade de Prática tem como principal característica a organização periódica de encontros/reuniões para discussão e planejamento de empreendimentos negociados pelos membros do grupo. Em uma CoP o poder não é centralizado, todos os membros podem questionar, propor, negociar, compartilhar ideias, dúvidas, anseios, desenvolver as competências necessárias para serem reconhecidos como membro da comunidade e sentirem-se pertencentes a ela (CYRINO; GARCIA, 2019).

A fim de contextualizar uma Comunidade de Prática, pode-se afirmar que:

> O termo Comunidade de Prática, introduzido por Lave e Wenger no início da década de 90, passou a ser compreendido como grupos de pessoas que, ao compartilharem interesses, preocupações e problemas acerca de um tema ou domínio de conhecimento, interagem de modo contínuo envolvendo-se em um processo de aprendizado coletivo, com o intuito de melhorar sua prática social e profissional (WENGER; MCDERMOTT; SNYDER, 2002).

A formação continuada por meio de uma comunidade de prática é embasada em uma estrutura específica. Diferentemente dos grupos tradicionais de formação inicial e continuada,

> uma comunidade de prática não tem líder ou instrutor. Nem sempre o que é importante para ser levado à discussão por um líder também é importante para os demais participantes. A comunidade de prática deve ter um coordenador de trabalhos, cuja função, entre outras, é organizar as discussões que serão feitas e administrar o tempo de fala nas reuniões. As discussões são feitas a partir das ideias dos participantes, mesmo que tenham ou não ampla consciência de seu significado. Discute-se na comunidade de prática o que é importante para todos seus membros (RIBEIRO, 2017, p. 48).

Para ser considerada uma Comunidade de Prática, um grupo organizacional precisa estruturar-se em três elementos:

> O domínio, a comunidade e a prática, sendo que o primeiro é o que forma a identidade da comunidade, legitimando a sua existência, é o tema ou tópico, são as situações vividas no grupo que afirmam os propósitos da comunidade aos membros. Comunidade é o tecido social da

> aprendizagem e prática é o conhecimento específico que a comunidade desenvolve, partilha e mantém (MARTINELLI, 2014, p. 4).

As comunidades de prática surgiram inicialmente em ambientes administrativos, porém, hoje, se tem relatos dessa interação no meio educacional, em especial nos processos de formação de professores. Essa possibilidade é expressa por Ribeiro (2017, p. 47), ao dizer que:

> As comunidades de prática de professores e de licenciandos podem gerar conhecimento por meio do compartilhamento de recursos. É mais conveniente do que professores que trabalham sozinhos, sem discutir suas práticas com seus colegas. A associação dos professores e licenciandos em comunidades de prática além de beneficiar a esses sujeitos, pode oferecer melhoria nos resultados dos estudantes. Durante os encontros, os professores podem refletir sobre sua prática, examinar as evidências dos resultados dos alunos e, mesmo, discutir suas estratégias de ensino.

Dessa forma, segundo Souza-Silva e Schommer (2008, p. 12), "Isso abre horizontes para reflexões sobre a possibilidade de o docente romper com o tradicional papel de autoridade suprema e inconteste, dono de todo o saber, para assumir-se numa função de facilitador do processo de aprendizagem em sala de aula".

Uma Comunidade de Prática busca fornecer formação continuada para todos os participantes, mesmo os mais experientes, por meio da discussão crítica e o compartilhamento de saberes, entre pessoas com dúvidas e conhecimentos semelhantes que podem encontrar, nesse ambiente de aprendizagem, novas maneiras de ressignificar sua prática.

De acordo com Ribeiro (2017, p. 54),

> A prática é um relato das histórias compartilhadas dos processos anteriores de aprendizagem e precursoras de novas aprendizagens. Aprendizagem e prática não são transferidas, passadas ou entregues entre pessoas, mas construídas e apropriadas pelo convívio mútuo e reflexão daquilo que se faz.

A afirmação de que a participação de professores em um processo de formação continuada pode se estabelecer na forma de uma Comunidade de Prática se justifica a partir das ideias de Wenger (2002), quando esse autor diz que é aconselhável que possam ser criados grupos nos quais professores em formação ou recém-formados possam experimentar a prática.

Para Ribeiro e Ramos (2013, p. 4),

> Dada a natureza complexa e diferenciada das comunidades, é importante não reduzir a participação periférica de uma comunidade de prática a uma ação menor em relação ao núcleo ou a uma noção linear de aquisição de habilidades. O aproveitamento que esses sujeitos podem ter ao longo do processo pode ser da mesma intensidade daqueles participantes do núcleo central.

Nesse contexto, pode-se afirmar que essa participação de professores em comunidades de prática constitui uma formação continuada e contribui para mudanças de concepções em relação à docência.

Dessa forma, entende-se que a formação continuada baseada nos moldes da racionalidade crítica pode, de maneira efetiva, ser uma proposta de CoP, na qual professores podem discutir, problematizar, contextualizar e planejar métodos e estratégias de como desenvolver esse processo de formação.

3 O PERCURSO METODOLÓGICO

A investigação aconteceu sob dois olhares: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. A busca da compreensão da racionalidade crítica e sua relação com os processos de formação de professores por meio de comunidades de prática se deu na leitura de artigos, teses e livros que abordam essas temáticas. Essa construção aconteceu a partir de autores que servem como referência aos temas estudados e que já fazem parte do cotidiano de leituras dos pesquisadores, não tendo acontecido buscas em repositórios de artigos.

A pesquisa documental buscou identificar cursos de extensão com foco na formação continuada de professores no âmbito de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Esses cursos foram oferecidos no ano de 2019 em diferentes campus e foram selecionados a partir da leitura de seus resumos. Buscava-se identificar cursos nos quais as diferentes racionalidades pudessem ser percebidas nas propostas de formação continuada. O objetivo era identificar, apenas como exemplos, uma proposta relacionada com cada racionalidade. Assim, foram localizados oito cursos de formação de professores originados neste Instituto Federal. A identificação da racionalidade em cada proposta não tem como objetivo a crítica à proposta, uma vez que não se fez juízo de valor, mas apenas diferenciar a forma como se apresentam alguns cursos de formação de professores.

4 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS ACHADOS NA INVESTIGAÇÃO

4.1 Propostas de formação continuada de professores quanto às racionalidades envolvidas

A pesquisa documental foi realizada a partir dos cursos de Extensão aprovados para o ano de 2019 em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul do Brasil. No ano de 2019 foram aceitos 114 cursos de extensão. Entre esses cursos, havia oito cursos que objetivavam a formação continuada de professores. Na sequência, apresenta-se o foco de cada um deles a partir da leitura do seu resumo e dos seus objetivos.

Curso 1: "O que fazer na próxima aula? Discutindo as práticas docentes na Educação Infantil e nos Anos Iniciais"

Objetivo: Promover um espaço de discussão e reconstrução das práticas docentes.

Racionalidade: Crítica

Curso 2: Quartas em Formação

Objetivo: Discutir as temáticas polêmicas e desafiadoras no campo educacional.

Racionalidade: Crítica

Curso 3: Reflexão sobre a prática pedagógica: ação de formação continuada para professores na forma de uma comunidade de prática

Objetivo: Proporcionar um ambiente de reflexão dos professores a respeito da sua prática profissional, provocando uma modificação em suas concepções pedagógicas com o intuito de melhorar a qualidade de ensino em suas escolas.

Racionalidade: Crítica

Curso 4: Curso de Formação Continuada: Metodologias Ativas na Sala de Aula

Objetivo: Contribuir para a diversificação das metodologias utilizadas pelos professores em sala de aula.

Racionalidade: Prática

Curso 5: Formação de professores atuantes no ensino de Ciências, Biologia e Química em Jaguarão-RS sobre o desafio e possibilidades no ensino prático e contextualizado de conteúdos das Ciências da Natureza

Objetivo: Ampliar a formação de professores sobre confecção de materiais didáticos e aprendizado de técnicas de experiências para utilização em aulas práticas destas disciplinas.

Racionalidade: Técnica

Curso 6: Tecnologias para inovar nas práticas pedagógicas da rede pública na cidade de ....

Objetivo: Motivar o trabalho dos professores das áreas de exatas.

Racionalidade: Técnica

Curso 7: Curso de Aperfeiçoamento Docente em Ciências Humanas

Objetivo: Apresentar um diálogo interdisciplinar e de atualização para profissionais.

Racionalidade: Técnica

Curso 8: Aplicação dos Produtos Educacionais desenvolvidos no âmbito do PPGGCITED/PRONECIM

Objetivo: Oportunizar, aos discentes, em regência de classe ou não, a divulgação e/ou aplicação dos produtos educacionais.

Racionalidade: Técnica

O "objetivo" encontra-se na respectiva ementa de cada curso; "racionalidade" é a interpretação dos autores deste capítulo a respeito da proposta de curso de formação.

Pode-se observar que a oferta de cursos de formação continuada a professores com características das racionalidades técnica e prática ainda predominam em relação à racionalidade crítica. Isso pode ser reflexo da própria formação dos professores formadores, estabelecidas também a partir de propostas de racionalidades técnica e prática.

As propostas com perfil de racionalidade técnica manifestam a intenção de melhoria da proposta de ação do professor, o que pode ser observado pelos objetivos de aplicação de produtos educacionais, de atualização e de motivação. Já nas propostas de racionalidade prática pode-se notar que o objetivo de melhorar a prática nem sempre realmente resulta em melhora dessa prática, visto que a intenção de "diversificar as metodologias" empregadas pelo professor indicam essa tendência. A ideia de modificar propostas metodológicas alia-se à modificação da prática do professor, ainda não alcançando a questão da discussão crítica dessa atuação. Por outro lado, os cursos de formação continuada concebidos com caráter de racionalidade técnica têm como objetivos promover espaços de discussão e proporcionar um ambiente de reflexão.

4.2 Relações entre comunidade de prática e racionalidade crítica

A educação tem um papel fundamental no desenvolvimento das sociedades e na formação de sujeitos críticos, autônomos e empreendedores. Vivemos em um contexto de incertezas e transformações em que a crescente conexão entre as pessoas aumenta o volume e a velocidade com que as informações são acessadas, o que torna o mundo um local em contínuo desenvolvimento tecnológico, comportamental, pedagógico e científico. Dessa forma, o estudo aqui apresentado nos remete a pensar como a escola poderá acompanhar tantas mudanças e de que forma os professores devem estar preparados para assumir um papel relevante diante das demandas presentes no ambiente educativo.

O modelo da racionalidade crítica, no qual a formação docente está alicerçada na busca pela igualdade e justiça social, pensa-se ser uma proposta de formação continuada eficaz que pode contribuir para que o cenário educacional se torne um local que permita ao professor formas e maneiras coletivas de pensar e agir.

A formação de professores carece de possibilidades de inovação na prática do cotidiano docente. Assim, o modelo de Comunidade de Prática pode vir a atender essa perspectiva uma vez que, por meio de uma CoP, é possível refletir sobre as ações docentes, discutindo criticamente e compartilhando anseios, ideias e práticas já vivenciadas pelos membros da comunidade. Nesse contexto, espera-se que uma comunidade de prática, embasada no modelo da racionalidade crítica, possa contribuir na busca pela transformação da sociedade.

Por fim, procurando compreender de que maneira a racionalidade crítica pode ser a característica de uma proposta de formação de professores no contexto de uma Comunidade de Prática que visa discutir e implementar a proposta pedagógica da pesquisa em sala de aula, acredita-se que esse modelo de formação docente possa incentivar o uso da pesquisa, das tecnologias de informação e da educação científica e questionadora pelos professores de Ciências, identificando maneiras de ensinar e aprender que possam ser socializadas por meio da Comunidade de Prática, transformando as práticas pedagógicas e mudando a realidade dos educandos.

REFERÊNCIAS

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. Becoming critical: education, knowledge and action research. London: The Falmer Press, 1986. *In*: SILVA, André Coelho. Becoming Critical: Education, knowledge and action research. **Educ. Rev.,** v. esp., n. 2, Curitiba, set. 2017.

CONTRERAS, José. **A autonomia do professor**. São Paulo: Cortez, 2002.

CYRINO, Márcia Cristina de Costa Trindade; GARCIA, Tânia Marli Rocha. Identidade Profissional de Professores que Ensinam Matemática em uma Comunidade de Prática. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 8, n. 15, p. 33-61, jan./jun. 2019. Disponível em: http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/article/viewFile/1818/pdf_308. Acesso em: 22 out. 2019.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Da Racionalidade Técnica à Racionalidade Crítica: Formação Docente e Transformação Social. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 01, n. 01, p. 34-42, jan./jun. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/15/4. Acesso em: 22 out. 2019.

FREIRE, Paulo. **A Educação na cidade**. Cortez. São Paulo, 1991.

FREIRE. Paulo. **Pedagogia da Autonomia:** Saberes Necessários à prática educativa. 23. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e Ousadia:** o cotidiano do professor. trad. Adriana Lopez. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

MARTINELLI, Núbia R. B. da S. Comunidades de Prática como Possibilidades de Inovação no Ensino e na Aprendizagem de Ciências. *In:* X ANPED SUL, **Anais [...]**. Florianópolis, out. 2014, 18 p.

MORAES, Sílvia Elizabeth. Habermas e a ação comunicativa na escola. *In:* MACHADO, Nilson José; CUNHA, Mariza Ortegoza da. (org.). **Linguagem, conhecimento, ação:** ensaios de epistemologia e didática. São Paulo: Escrituras, 2003.

RIBEIRO, Marcus E. M. **O papel de uma Comunidade de Prática de professores na promoção do interesse dos alunos em aulas de Química.** 2013. 154 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RIBEIRO, Marcus E. M. **A Formação de Professores em Comunidades de Prática por meio da participação no PIBID de Química em Instituições de Ensino Superior no estado do Rio Grande do Sul**. 2017. 251 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RIBEIRO, Marcus E. M.; RAMOS, Maurivan G. O interesse dos alunos em aulas de Química no contexto de uma comunidade de prática de professores: um estudo de caso. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, **Anais [...]**, Águas de Lindóia, ABRAPEC, 2013.

SOUZA-SILVA, Jader C; SCHOMMER, Paula C. A pesquisa em comunidades de prática: panorama atual e perspectivas futuras. **Revista Organizações e Sociedade**, v. 15, n. 44, jan./mar. 2008.

WENGER, Etienne. **Communities of practice:** learning, meaning and identity. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

WENGER, Etiene; MCDERMOTT, Richard.; SNYDER, William. M. **Seven Principles for Cultivating Communities of Practice**. 1. ed. Boston: Harvard Business School Press, 2002. Disponível em: http://cpcoaching.it/wp-content/uploads/2012/05/WengerCPC.pdf. Acesso em: 22 out. 2019.

Índice Remissivo

Revisão dos textos
Autores
COMUNICA – Agência de Comunicação Eireli

Preparação
Marlei Maria Diedrich

Projeto Gráfico e Capa
Mariah Carraro Smaniotto

Diagramação
MC&G Design Editorial

Divulgação
Diretoria de Comunicação Social

Formato do e-book
e-pub, Mobi e PDF

P965 Proposições e novos olhares ao ensino de ciências / Organizadoras: Nicole Glock Maceno, Ana Carolina Araújo da Silva. — Chapecó : Ed. UFFS, 2022. — (Coleção Ensino de Ciências).

ISBN: 978-65-5019-025-5(PDF).
978-65-5019-026-2 (MOBI).
978-65-5019-027-9 (EPUB).

1. Ciência - Estudo e ensino. I. Maceno, Nicole Glock. II. Silva, Ana Carolina Araújo da. III. Série.

CDD: 372 . 307

Ficha catalográfica elaborada pela
Divisão de Bibliotecas – UFFS
Vanusa Maciel
CRB -14/1478